

ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫЕ СТАНЦИИ И УЗЛЫ

Под редакцией
В.И. Апатцева и Ю.И. Ефименко

*Рекомендовано Экспертным советом по рецензированию
Московского государственного университета путей сообщения,
уполномоченным приказом Минобрнауки России
от 15 января 2007 г. № 10, к использованию в качестве
учебника для студентов, обучающихся по специальности
190401.65 «Эксплуатация железных дорог» и направлению
подготовки 190700.62 «Технология транспортных процессов» ВПО.
Регистрационный номер рецензии 263
от 11 июня 2013 г. базового учреждения
ФГАУ «Федеральный институт развития образования»*

Москва
2014

УДК 656.21
ББК 39.213
Ж51

Авторы: *В.И. Апатцев* — введение, гл. 1—16, 33—36, заключение; *Ю.И. Ефименко* — гл. 17—22; *Н.В. Правдин, С.П. Вакуленко* — гл. 23—27; *П.К. Рыбин* — гл. 28—32; *С.П. Вакуленко, А.К. Голович* — гл. 37—40

Рецензенты: заведующий кафедрой «Станции и грузовая работа» Ростовского государственного университета путей сообщения, д-р техн. наук *О.Н. Числов*; заместитель начальника Центральной дирекции управления движением — филиала ОАО «РЖД», канд. техн. наук *М.А. Аветикян*

Ж51 Железнодорожные станции и узлы: учебник / В.И. Апатцев и др.; под ред. В.И. Апатцева и Ю.И. Ефименко. — М.: ФГБОУ «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2014. — 855 с.
ISBN 978-5-89035-674-1

Дается описание устройств, конструкций, принципов и требований к проектированию железнодорожных станций и узлов. Изложены теория расчетов основных станционных элементов, методы проектирования новых и развития существующих раздельных пунктов с путевым развитием в увязке с планировкой городов и размещением промышленных предприятий. Приведены контрольные вопросы, позволяющие закрепить знания по курсу.

Предназначен для студентов транспортных вузов специальностей «Организация перевозок и управление на транспорте (железнодорожный транспорт)» и «Эксплуатация железных дорог» и может быть полезен для студентов направления бакалавриата «Технология транспортных процессов» профилей «Организация перевозок и управление в единой транспортной системе», «Организация перевозок и управление на промышленном транспорте», «Организация перевозок и управление на железнодорожном транспорте», «Международные перевозки на железнодорожном транспорте», «Управление пассажирским комплексом и организация перевозок на железнодорожном транспорте», а также для инженерно-технических работников железнодорожного транспорта.

УДК 656.21
ББК 39.213

ISBN 978-5-89035-674-1

© Коллектив авторов, 2014
© ФГБОУ «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2014

Предисловие

Проектирование железнодорожных станций и узлов является одним из основных элементов процесса разработки комплексного развития железнодорожного транспорта. Настоящий учебник призван дать студентам необходимые знания по проектированию раздельных пунктов, а также взаимного расположения их устройств и методы расчета.

Книга написана в соответствии с утвержденной программой дисциплины «Железнодорожные станции и узлы» и с учетом корпоративных требований ОАО «РЖД» к специалистам по управлению процессами перевозок на железнодорожном транспорте.

При создании учебника учитывались требования к схемам и конструкциям отдельных элементов станций, вытекающие из широкого применения прогрессивных методов эксплуатации железнодорожного транспорта, внедрения современных средств автоматики и телемеханики, комплексной механизации и автоматизации производственных процессов, информационных технологий.

Наряду с выбором рациональных схем и конструкций отдельных элементов всех видов железнодорожных станций и узлов особое внимание в учебнике уделено их проектированию с учетом всего комплекса устройств, размещаемых на станциях, обеспечения условий для рационального технологического процесса, ускорения пропуска поездов и переработки вагонопотоков, а также увязки развития станций с планировкой городов и взаимодействия железных дорог с другими видами транспорта.

В книге приведены основные положения, рекомендованные действующими правилами и техническими нормами проектирования станций и узлов, а также учтен большой опыт их реального проектирования в современных условиях.

Нормативно-справочные материалы включены в минимальном объеме, главным образом в целях иллюстрации излагаемых теоретических положений и основных принципов построения станций и узлов. Подробные справочные данные, схемы и масштабные чер-

тежи отдельных устройств имеются в издаваемых справочниках, руководствах и альбомах по проектированию железнодорожных станций и узлов, учебных пособиях и методических указаниях к курсовому и дипломному проектированию, выпускаемых вузами железнодорожного транспорта.

Наука о станциях и узлах имеет тесную связь и некоторые общие вопросы с рядом других дисциплин профессионального цикла основной образовательной программы. Чтобы избежать повторения материалов, включаемых в смежные дисциплины, учитывалось принятое распределение вопросов по утвержденным учебным программам. В частности, учтено, что расчеты конструкции стрелочных переводов входят в дисциплину «Устройство и эксплуатация пути», размещение отдельных пунктов излагается в дисциплине «Проектирование железных дорог», организация работы станций и их технология изучаются в дисциплинах «Управление эксплуатационной работой и качеством перевозок» и «Транспортно-грузовые системы», расчет средств механизации для грузовых складов и площадок, технология переработки грузов излагается в дисциплине «Управление грузовой и коммерческой работой».

При подготовке настоящего учебника использованы материалы ранее изданных учебников и монографий, получивших признание в отрасли, в том числе таких авторов, как Е.В. Архангельский, П.В. Бартенев, В.Я. Болотный, С.В. Земблинов, А.М. Козлов, В.Д. Никитин, В.Н. Образцов, И.Е. Савченко, К.Ю. Скалов, И.И. Страковский и др.

Авторы выражают признательность и благодарность рецензентам книги за ценные замечания и помощь, оказанную ими при подготовке рукописи к изданию.

Введение

Значение железнодорожных станций и узлов

Станции имеют решающее значение в работе железнодорожного транспорта. Через них осуществляется непосредственная связь железных дорог с населением, промышленностью, строительным комплексом, сельским хозяйством.

Без железнодорожных станций невозможен перевозочный процесс. На них совершаются начальные и конечные операции этого процесса: посадка и высадка пассажиров, погрузка и выгрузка грузов, почты и багажа. Станции являются стыковыми пунктами железных дорог с другими видами транспорта.

На станциях выполняется основная работа по организации движения на железнодорожном транспорте: прием, отправление и пропуск поездов, расформирование, накопление и формирование составов, подача вагонов к местам погрузки-выгрузки, грузовые операции и уборка вагонов после их производства, техническое обслуживание, экипировка и ремонт подвижного состава, коммерческий осмотр грузовых вагонов, пограничный и таможенный досмотр на границе.

Около 3/4 времени оборота вагона (от погрузки вагона до следующей его погрузки) приходится на железнодорожные станции. Это означает, что здесь находятся основные резервы для ускорения перевозочного процесса.

На станциях размещаются производственные, служебно-технические и бытовые здания и сооружения: вокзалы и терминально-складские комплексы, посты дежурных по станциям, паркам и сортировочным горкам, станционные технологические центры, локомотивные и вагонные депо, пункты технического обслуживания и экипировки подвижного состава, эксплуатационно-ремонтные базы для обслуживания железнодорожного пути, устройств автоматики, телемеханики и блокировки, связи, энергоснабжения, водоснабжения и др.

Более 40 % стоимости новых железнодорожных линий приходится на станции. От их успешной работы зависит ритмичность и бесперебойность работы целых направлений и полигонов сети железных дорог общего пользования и железнодорожных путей необщего пользования, что способствует эффективному использованию технических средств транспорта, снижению себестоимости перевозок и повышению прибыли.

Огромное значение имеют станции в обеспечении обороноспособности страны.

Краткие исторические сведения о развитии станций и узлов

Первые железнодорожные станции появились в России в 1837 году при сооружении однопутной железной дороги Петербург—Царское Село протяженностью 27 км, на которой были построены две конечные и три промежуточные станции.

Спустя 14 лет, в 1851 году было закончено строительство крупнейшей для того времени железной дороги Петербург—Москва длиной 651 км, на которой имелось уже 34 станции. Они пропускали в каждом направлении в сутки 4 пассажирских и до 13 грузовых поездов.

Вскоре после магистрали Петербург — Москва была построена железная дорога Петербург — Варшава и начато строительство ряда линий от Москвы к другим городам: Москва—Нижний Новгород; Москва—Рязань—Козлов с разветвлением на восток Тамбов—Саратов и на юг Воронеж—Зверево; Москва—Тула—Орел—Курск—Харьков—Симферополь; Москва—Вологда—Архангельск.

Промышленное развитие потребовало сооружения железных дорог на Урале, Кавказе и Донбассе. В 1891 году было начато строительство крупнейшей в мире Транссибирской магистрали от Челябинска до Владивостока протяженностью 7500 км.

В первые годы строительства железных дорог в России пропускной способности станций не придавалось большого значения вследствие малых размеров движения. Месторасположение станций на линии определялось необходимостью посадки и высадки пассажиров, приема и выдачи грузов, набора воды и топлива паровозами, организации ремонта подвижного состава.

Станции располагались, как правило, на прямых участках линии и горизонтальных площадках, вблизи рек и озер, что создавало

необходимые условия для безопасности движения и организации водоснабжения паровозов.

Полезная длина приемо-отправочных путей на станциях ранней постройки принималась по длине обращающихся поездов и составляла 220—270 м. Расстояния между осями смежных путей (междупутья) составляли первоначально 3,6 м, а затем, в конце 60-х годов XIX века были увеличены до 4,3 м.

В горловинах станций укладывались стрелочные переводы с маркой крестовины 1/11 на главных путях, а на остальных — с маркой крестовины 1/9. На запасных путях использовались переводы, снимаемые с главных путей. В стесненных условиях иногда применялись перекрестные стрелочные переводы.

Платформы для посадки и высадки пассажиров строились высокими, на уровне с полом вагона, высотой 0,9 м от уровня верха головки рельса. В дальнейшем, уже при строительстве Петербурго-Варшавской железной дороги начали переходить к низким платформам высотой 0,2 м над уровнем верха головки рельса, что объяснялось дороговизной высоких платформ и неудобствами для пассажиров при переходе с одной платформы на другую. Длина платформ доходила до 130 м, а ширина в зависимости от размеров станции составляла от 3,2 до 6,4 м.

Схемы станций первых железных дорог были несовершенны. На многих промежуточных станциях с одной стороны путей строили пассажирское, а с другой — водоемное здание или другие сооружения (см. рис. В1, а), что затрудняло развитие станций. Примыкание погрузочно-разгрузочных путей было неудобным для маневровой работы.

Промежуточные станции на некоторых двухпутных железных дорогах в начале эксплуатации имели тупиковые приемо-отправочные пути (см. рис. В1, б), на которые осаживали грузовые поезда для обгона их пассажирскими поездами. Такие схемы объяснялись боязнью укладывать противошерстные стрелочные переводы и были возможны лишь при небольших размерах движения. Тупиковые пути начали переустраивать в сквозные пути только после 1915 года.

В 70-х годах XIX века на двухпутных линиях иногда сооружали станции с обгонными путями, расположенными по одну сторону от главных путей (см. рис. В1, в). На таких станциях грузовые поезда

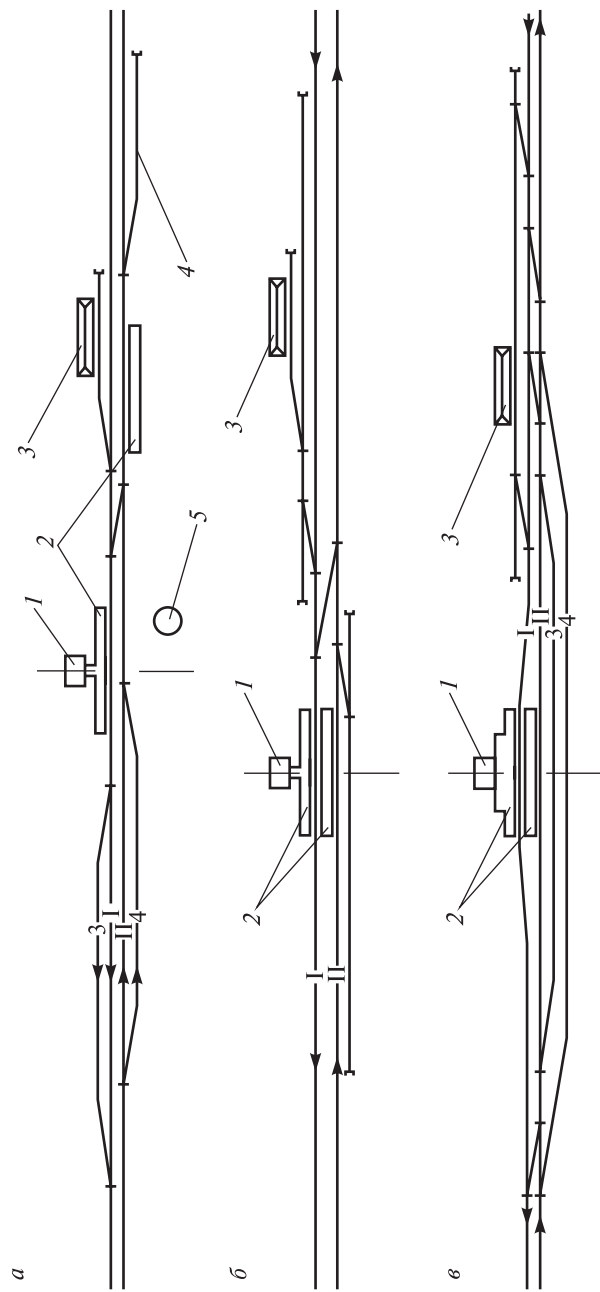


Рис. В1. Схемы промежуточных станций первых железных дорог:

1 — пассажирское здание; 2 — пассажирские платформы; 3 — склад; 4 — потружочно-выгрузочный тупик; 5 — водоемное здание

одного направления, принимаемые на обгонный путь, пересекали главный путь другого направления. Впоследствии такие станции были переустроены по улучшенной схеме.

На Петербурго-Московской магистрали и некоторых станциях, являющихся стыковыми для разных железных дорог (Дно, Смоленск, Новосокольники и др.) было принято островное расположение пассажирских зданий (вокзалов) между главными путями (см. рис. В2). Однако такое решение не нашло большого распространения из-за неудобств для местных пассажиров и искривления главных путей.

Паровозные здания (депо) на линии Петербург—Москва строились круглой формы. Позднее сооружались более дешевые и удобные в эксплуатации прямоугольные здания депо. Для поворота паровозов, а при необходимости — вагонов, применялись поворотные круги и треугольники. На конечных станциях устраивались сараи для осмотра, ремонта и стоянки пассажирских вагонов.

На участковых станциях паровозные депо сооружали с противоположной стороны пассажирского здания, причем так близко от него, что между этими сооружениями оставалось место для укладки лишь четырех-пяти путей. В начале 80-х годов XIX века депо стали располагать со стороны пассажирского здания (Тула I, Малоярославец и др.). При таком расположении не ограничивалось развитие парков, но возникали пересечения главных путей убираемыми и подаваемыми к поездам паровозами, что затрудняло работу станций, особенно на двухпутных линиях.

Первые крупные пассажирские станции строились в больших городах тупиковыми. Ими заканчивались железнодорожные линии. В Москве и Петербурге владельцы каждой дороги стремились иметь собственные пассажирские и грузовые станции. Так появилась в Петербурге станция Балтийской линии (1864 г.) рядом с ранее построенной станцией Варшавской линии (1853 г.), а в Москве — станция Москва-Бутырская Савеловской линии (1898 г.) на сравнительно небольшом расстоянии от уже существовавшей станции Москва-Ржевская (1891 г.).

До 70-х годов XIX века на железных дорогах не было специализации станций, они были общими для пассажирского и грузового движения, что объяснялось небольшими его размерами. Для пассажиров выделялись отдельные залы в служебном здании.

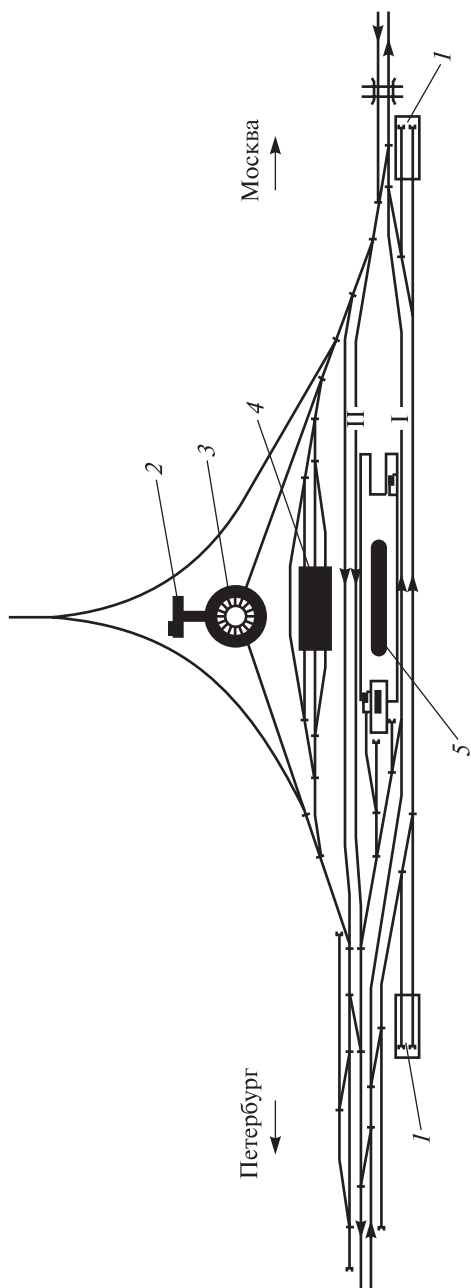


Рис. В2. Схема участковой станции с островным расположением пассажирского здания:

1 — вагонный сарай; 2 — мастерские; 3 — круглое здание паровозного депо; 4 — прямоугольное депо более поздней постройки; 5 — пассажирское здание

Развитие капитализма в России после реформы 1861 г., рост промышленной продукции и экспорта хлеба вызвали резкое увеличение объема перевозок, для освоения которого потребовалось сооружение новых и развитие существующих станций. К ним стали предъявляться требования о пропуске определенного числа поездов в сутки. Возникла необходимость в увеличении количества путей и их удлинении. Полезная длина приемо-отправочных путей для грузовых поездов стала постепенно доводиться до 320 и 380 м, а в 90-х годах XIX века — до 480 м для пропуска поездов в составе 56 вагонов и двух паровозов. С 70-х годов XIX века для всех станций были установлены расстояния между осями главного и смежного с ним пути 5,3 м, а между осями прочих путей — 4,8 м.

В это время начала проявляться тенденция к отделению пассажирского движения от грузового и грузового от маневрового в пределах станций, а также специализации станций для выполнения определенного круга операций (например, только пассажирских, или только грузовых). Одновременно возник вопрос о специализации путей на станциях. Имелось в виду, что все это улучшит использование станционных устройств и подвижного состава и поможет освоить растущие перевозки.

В дореволюционное время (до 1917 года) станции обычно называли «малыми» (по нынешней терминологии — разъезды, обгонные пункты, промежуточные станции), «средней величины» (участковые станции) и «большими» (прототипы будущих сортировочных и пассажирских станций).

По характеру выполняемой работы начали выделяться пассажирские, грузовые и объединенные станции.

В период подъема строительства железных дорог в конце 60-х и начале 70-х годов XIX века промежуточные станции строились сквозными, исходя из требования увеличения пропускной способности. При этом применение противошерстных стрелочных переводов уже не вызывало препятствий вследствие совершенствования их конструкции. Для производства маневров без занятия главных путей стали предусматривать вытяжные пути.

При проектировании участковых станций деповское хозяйство начали размещать со стороны, противоположной пассажирскому зданию, за входными стрелками, что позволяло развивать станцию в ширину.

Начало формирования сортировочных станций на сети железных дорог относится к концу 70-х годов XIX столетия.

Первой в России была сортировочная станция Петербург-Сортировочный, построенная в 1878 году (см. рис. В3). Станция строилась двухсторонней: с двумя комплектами парков приема, сортировки и отправления, расположенными по обе стороны от главных путей. Оба сортировочных парка имели наклонные вытяжные пути со спуском 0,01, позволявшие производить передвижения сортируемых вагонов за счет их силы тяжести без помощи паровоза.

В 1881 году введена в эксплуатацию односторонняя станция Москва-Сортировочная на Московско-Рязанской дороге. В 1889 году на Рязано-Уральской дороге сооружена первая в России горочная сортировочная станция Ртищево. Здесь вместо наклонных вытяжных путей для сортировки вагонов были построены две сортировочные горки, откуда вагоны скатывались за счет силы тяжести на соответствующие пути сортировочного парка.

Последующее увеличение размеров пассажирских перевозок, концентрация их в крупных узлах, где сходилась несколько железнодорожных направлений (в больших городах и курортных местах), привели к созданию собственно пассажирских станций для обслуживания пассажиров и технических парков с паровозным и вагонным депо для экипировки и ремонта локомотивов и составов поездов, т.е. для подготовки их к перевозкам.

Особое внимание при сооружении пассажирских станций уделялось вокзалам, называемым воротами в город. Многие из них, помимо своей основной функции по обслуживанию пассажиров, становились прекрасными архитектурными памятниками, отвечающими неповторимому облику своих городов. Например, Московский вокзал в Петербурге, Ярославский и Казанский вокзалы в Москве.

В начальный период строительства железных дорог большинство станций, расположенных в пунктах примыкания разных дорог, не были соединены между собой рельсовой колеей, и связь между ними осуществлялась гужевым транспортом. Начало формирования первых железнодорожных узлов в России относится к 1853 году, когда между станциями Петербурго-Московской и Петербурго-Варшавской железных дорог была построена соединительная ветвь. В последующем такие ветви соединили между собой станции Бал-

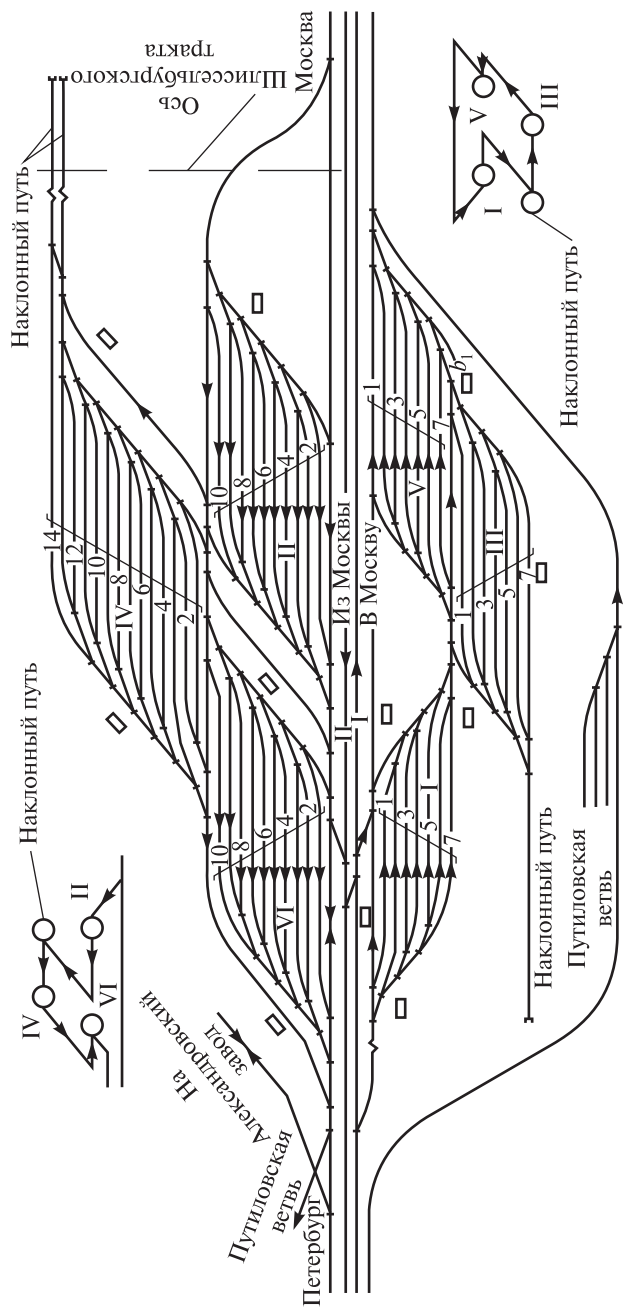


Рис. В3. Схема станции Петербург-Сортировочной:

I и II — парк для приема поездов; III и IV — парк для сортировки вагонов; V и VI — парк для отправления поездов

тийской и Варшавской железных дорог и станцию Петербург-Сортировочный-Московский.

Начало образования Московского узла относится к середине 60-х годов XIX века, когда были построены соединительные ветви между станцией Москва-Курская и постом Петербурго-Московской дороги (1866 г.) и станциями Москва-Западная и Москва Петербурго-Московской дороги (1870 г.). К 1908 г. в Московском узле все железнодорожные линии были соединены между собой Окружной железной дорогой. Таким образом, был создан первый железнодорожный узел кольцевого типа — наиболее крупный в стране.

В Петербурге в 1912—1913 гг. была построена соединительная Финляндская линия, которая явилась крупным инженерным со-



Рис. В4. Схема Петроградского железнодорожного узла (1914 г.). Вокзалы: 1 — Николаевский; 2 — Витебский; 3 — Варшавский; 4 — Балтийский; 5 — Финляндский; 6 — Новодеревенский; 7 — Охта

оружием, включившим мосты через реки Неву, Охту и Порховку (современное название — Оккервиль) и 19 путепроводов в местах пересечения дорог и улиц. В результате соединения всех железнодорожных линий правого и левого берегов реки Невы в Петербурге был сформирован узел полукольцевого типа (см. рис. В4).

Начало формирования железнодорожных узлов в Южных регионах страны связано с постройкой в 1875 г. соединительной обводной ветви между станциями Ростов и Кизитеринка, обеспечившей следование поездов с Воронежской линии на юг и обратно (см. рис. В5).

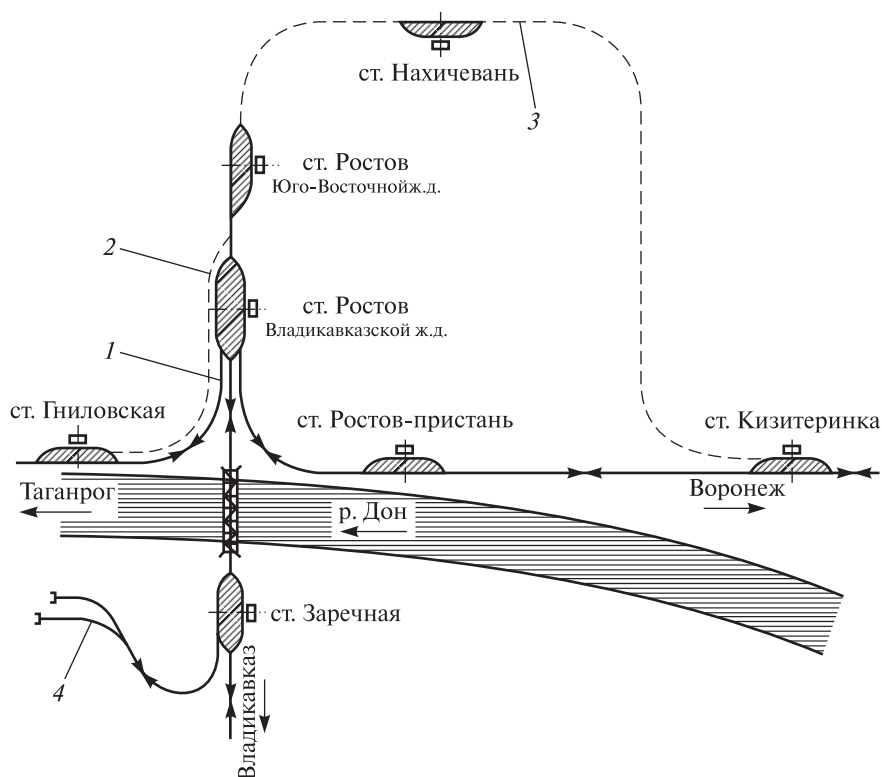


Рис. В5. Схема Ростовского железнодорожного узла (1875 г.):
1 — существовавшая линия; 2, 3 — соединительные обводные ветви; 4 — подъездные пути

В 1875—1902 гг. были созданы железнодорожные узлы в Воронеже, Харькове, Курске, Бресте, Барановичах и других крупных населенных пунктах.

Бурное строительство в конце XIX века частных железнодорожных линий и конкуренция железнодорожных компаний вызывали во многих узлах необходимость сооружения нескольких дублирующих станций разных железных дорог. Примерами таких узлов являлись Пензенский, Рязанский, Рязжский и др.

Первая мировая война (1914—1918 гг.) вызвала большие разрушения на железных дорогах, особенно на станциях России. В первые послевоенные годы на железнодорожном транспорте вернулись восстановительные работы и одновременно разработка планов развития и технического оснащения железных дорог, в том числе размещения на ней сортировочных станций — опорных пунктов организации вагонопотоков.

В 1923 году приступили к объединению железнодорожных узлов (Батрацкого, Смоленского и др.) с передачей управления ими одной дороге. Для этого в некоторых узлах были уложены дополнительные соединения, переустроены отдельные парки станций и их горловины. К 1927 году было объединено около 70 железнодорожных узлов. В результате при сравнительно небольших строительных затратах удалось упорядочить работу узлов, ускорить формирование поездов, уменьшить простой вагонов и получить экономию на эксплуатационных расходах.

В 1930-х годах работы по усилению пропускной способности станций и узлов получили максимальный размах. Развитие промышленности потребовало сооружения ряда новых узлов — Магнитогорск, Карталы, Новокузнецк, Караганда и др., а также реконструкции действующих — Свердловск, Челябинск, Пермь и Тагил.

В 1934 году на станции Красный Лиман построена первая механизированная горка. Этим было положено начало работам по реконструкции сортировочных станций с механизацией сортировочных устройств. К 1940 году было механизировано около 40 сортировочных горок. Они оборудовались горочной автоматической централизацией стрелок и сигналов (ГАЦ), пневмопочтой, средствами информационной и оперативной связи.

В годы Великой Отечественной войны (1941—1945 гг.) велись работы по усилению станций и узлов, связанных со строительс-

твом железнодорожных линий: Печерской, Акмолинск—Карталы, Казань—Иловая и др., а также по увеличению пропускной способности Челябинского, Новосибирского, Пензенского, Вологодского и других узлов. В ходе военных действий были разрушены многие железнодорожные узлы, 4100 станций, 2573 вокзала. После окончания войны были выполнены небывалые по своему объему работы по восстановлению разрушенных сооружений и зданий.

В дальнейшем развитие железнодорожных станций и узлов проходило на новой технической основе: механизировались трудоемкие работы, внедрялась электрическая централизация стрелок и сигналов, совершенствовались схемы путевого развития. На ряде грузонапряженных направлений полезная длина приемо-отправочных путей станций была увеличена до 850—1050 м. В связи с переходом железных дорог с паровой на электрическую и тепловозную тягу, осуществлялось переустройство паровозных депо в электровозные и тепловозные.

Большие работы по строительству станций велись при сооружении новых линий, особенно в 1970-х годах, когда строилась Байкало-Амурская магистраль (БАМ), протянувшаяся от Усть-Кута до Комсомольска-на-Амуре на 3150 км.

К середине 1970-х годов на сети железных дорог СССР было около 11 тыс. станций, в том числе 214 сортировочных, 617 участковых, 1121 грузовая и 61 пассажирская. Большинство сортировочных станций имели механизированные горки. Некоторые из них стали оборудовать системой автоматического регулирования скорости скатывания вагонов (АРС). В дальнейшем были разработаны новые системы горочной автоматики по управлению роспуском составов. К концу 1980-х годов на сети железных дорог уже было около 300 сортировочных горок, из них 140 механизированных и 6 автоматизированных.

Полезная длина приемо-отправочных путей на особо грузонапряженных линиях возросла до 1700 м, а для обращения длинносоставных поездов в отдельных случаях — до 2—3 км. Длина путей и платформ для пассажирских поездов доводилась до 600 м, а в пригородном движении в крупнейших узлах до 500 м для возможности следования двоянных электропоездов.

В 1990-е годы в связи с распадом СССР и образованием новых государств, а также падением производства в России объем работы

железных дорог резко сократился, а инвестиции в развитие железнодорожного транспорта были явно недостаточны. В тот период имело место заметное несоответствие технического и технологического уровня отечественного железнодорожного транспорта лучшим мировым образцам. К 2007 году протяженность «узких мест» по пропускной способности достигла 8,3 тыс. км или около 30 % протяженности основных направлений сети железных дорог общего пользования, обеспечивающих около 80 % всей грузовой работы железнодорожного транспорта. В данном случае под «узким местом» понимается элемент инфраструктуры железнодорожного транспорта, коэффициент использования пропускной способности которого превышает следующие величины: для однопутных участков — 0,85; для участков с двухпутными вставками — 0,87; для двухпутных участков — 0,91; для приемо-отправочных путей и стрелочных горловин станций — 1.

В этой связи, распоряжением Правительства Российской Федерации от 17 июня 2008 г. № 877-р принята «Стратегия развития железнодорожного транспорта в Российской Федерации до 2030 года», предусматривающая, в том числе, приведение уровня качества и безопасности перевозок в соответствие с требованиями населения и экономики, лучшими мировыми стандартами на основе технологического и технического развития железнодорожного транспорта, снижения территориальных диспропорций в развитии инфраструктуры железных дорог.

В стратегии выделены 6 категорий строящихся и реконструируемых железнодорожных линий:

- стратегические линии, предназначенные для укрепления транспортной целостности Российской Федерации;
- социально значимые линии, предназначенные для улучшения транспортного обслуживания населения и регионов;
- грузообразующие линии, предназначенные для транспортного обеспечения развития новых месторождений полезных ископаемых и промышленных зон;
- технологические линии, предназначенные для оптимизации железнодорожной сети общего пользования, в целях развития хозяйственных и межрегиональных связей;
- высокоскоростные линии, предназначенные для перевозки пассажиров со скоростью до 350 км/ч;

— модернизируемые действующие линии, предназначенные для освоения прогнозных объемов перевозок и организации скоростного пассажирского движения.

Стратегия включает в себя 2 этапа — это этап модернизации железнодорожного транспорта (2008—2015 гг.), предусматривающий обеспечение необходимых пропускных способностей на основных направлениях перевозок и коренную модернизацию существующих объектов инфраструктуры и этап динамичного расширения железнодорожной сети (2016 — 2030 гг.), предусматривающий создание инфраструктурных условий для развития новых точек экономического роста в стране, выход на мировой уровень технологического и технического развития железнодорожного транспорта и повышение глобальной конкурентоспособности российского железнодорожного транспорта.

Становление и развитие науки о станциях и узлах

Начало формирования науки о станциях относится к периоду сооружения Петербурго-Московской дороги (1842—1851 гг.). Первые положения о проектировании станций были разработаны руководителем строительства дороги, впоследствии академиком, П.П. Мельниковым. Он установил принципы размещения раздельных пунктов. По его проектам строились первые станции, в том числе пассажирская и товарная в Петербурге. Им же представлены проекты станций четырех классов.

Созданный на Петербурго-Московской дороге станционный комитет для составления проектов предложил, учитывая возможность увеличения станций II класса, «... разъезды и насыпи ... устроить такие же, как и для станций I класса с той целью, чтобы производство работ при увеличении станций не могло представить никаких препятствий». В этом заложена идея этапности в развитии станционных устройств, получившая в дальнейшем практическую реализацию.

В 1868 году инженер И.Ф. Рерберг, работавший главным инженером пути Нижегородской дороги, разработал «Правила расположения путей, зданий и прочих принадлежностей при проектировании железных дорог». Эти правила служили незаменимым пособием при проектировании станций. Вслед за этим опубликованы работы А.Н. Горчакова — о проектировании больших узлов

(1872 г.) и И.И. Рихтера — о пропускной способности и о маневрах (1873—1877 гг.).

Дальнейшее становление науки о станциях и узлах связано с созданием в Петербургском институте инженеров путей сообщения¹ в 1882 г. кафедры железных дорог, на которой велась подготовка специалистов по дисциплине «Станции».

Значительные объемы железнодорожного строительства в конце XIX века требовали большого числа специалистов по проектированию, строительству и эксплуатации железных дорог, включая станции. Для решения этой задачи в 1886 г. было основано Императорское Московское инженерное училище (ныне Московский государственный университет путей сообщения), ставшее в 1913 г. вторым в России институтом инженеров путей сообщения.

В целях увеличения пропускной способности станций инженер Ф.А. Галицинский, работавший начальником Харьково-Николаевской железной дороги, предложил осуществить изоляцию поездного движения от маневрового при значительных размерах работы. Он писал: «Мы не раз утверждали и будем утверждать, что проведение принципа специализации парков ... составляет основу хорошо проектированной станции и не увеличивает, а уменьшает и число путей, и территорию станций».

В 1898 году Съезд инженеров службы пути установил основные принципы проектирования железнодорожных станций с учетом специализации их работы и дальнейшего развития, возможности выполнения параллельных операций и сокращения длины маневрового рейса. Эти принципы и до настоящего времени находятся в числе важнейших при разработке проектов станций.

Много внимания отечественные специалисты уделяли исследованию сортировочных станций. В 1883 году вышла работа инженера В. Троицкого «Сортировка товарных вагонов с уклонных путей и устройство сортировочных станций», в которой обобщен опыт эксплуатации первых станций такого типа — Петербург-Сортировочный и Москва Московско-Рязанской дороги, где применялись наклонные пути для сортировки вагонов.

¹ Первый в России институт инженеров путей сообщения. Основан в 1809 г. Ныне Петербургский государственный университет путей сообщения.

Исследование маневровой работы на станциях Аткарск и Ртищево провел инженер, а в дальнейшем профессор, А.Н. Фролов, создавший основы теории маневровой работы, которая не потеряла своего значения до настоящего времени.

Основы проектирования путевого развития и других устройств раздельных пунктов обогатились трудами о проектировании и расположении путей и зданий на железнодорожных станциях, опубликованными С.Д. Карейшей (1889 и 1902 гг.) и Ф.А. Галицинским (1901, 1902 и 1904 гг.). В начале XX века были опубликованы также труды А.В. Верховцева, Б.Д. Воскресенского и др., которые явились существенным вкладом в развитие науки о станциях и узлах.

При проектировании сортировочных горок возникла необходимость определения их параметров. В этой области большую теоретическую и практическую ценность имели труды профессоров Г.Д. Дубелира, В.А. Арнольда, Е.А. Гибшмана и др. В.А. Арнольд впервые разработал аналитический метод расчета профиля сортировочных горок, Г.Д. Дубелир — графический метод построения профиля и определения скорости скатывания вагона в каждой точке. Е.А. Гибшман на основе исследования сопротивления вагонов на станции Люблино в 1913—1914 гг. предложил нормы основного удельного сопротивления вагонов при скатывании с горки.

Развитию станционной науки способствовали труды инженера, а в дальнейшем академика В.Н. Образцова. В 1905 году он опубликовал работу «К вопросу о проектировании и расчете станций», которую проф. А.Н. Фролов расценил «как новую попытку пролить свет анализа на эту темную доселе сторону инженерного творчества». В.Н. Образцов создал ряд фундаментальных работ и учебников, которые легли в основу науки о станциях и узлах.

Большую ценность для проектировщиков, работников станций и студентов имели труды проф. С.Д. Карейши, автора проектов станций Казатин, Лосиноостровская, Рузаевка, Нижний Новгород и ряда других, работавшего в течение многих лет в службах пути и на постройке дорог, опытного педагога, владевшего многими иностранными языками. С.Д. Карейша представлял Россию на международных железнодорожных конгрессах, а также в американском и французском обществах гражданских инженеров, он является автором словаря по всем отраслям транспорта, вышедшего на четырех языках.

Таким образом, русскими учеными и инженерами путей сообщения были разработаны: первая классификация станций; основные принципы их проектирования и специализации путевого развития; первая методология расчета станционных устройств, в том числе и сортировочных горок.

В 1918 году был организован Экспериментальный институт путей сообщения (ныне Всероссийский научно-исследовательский институт железнодорожного транспорта), объединивший видных ученых-железнодорожников страны для разработки фундаментальной науки о железнодорожном транспорте.

В 1920-х годах ученые и инженеры путей сообщения выполнили ряд важных исследований по реконструкции сортировочных станций и железнодорожных узлов и увеличению их пропускной способности. В 1921 году вышла в свет работа проф. А.Н. Фролова «К вопросу о взаимодействии сортировочных станций», в которой доказывалась необходимость при проектировании рассматривать работу сортировочных и участковых станций в совокупности и взаимодействии как составных элементов единого процесса.

В 1922 г. В.Н. Образцов разработал «Проект распределения узлов на русской железнодорожной сети и сортировочной работы узлов с целью сокращения маневровой работы и простоев вагонов».

В те же годы были выполнены значительные проектные разработки в связи с объединением узлов. Обобщение этих разработок послужило основой для создания проф. Л.Н. Бернацким теории проектирования железнодорожных узлов больших городов (1925 г.).

Рост размеров перевозок требовал изыскания рациональных путей увеличения пропускной способности станций, совершенствования методики их расчета. В 1924 г. была опубликована работа П.П. Леонова и А.Ф. Лютца «Опыт нахождения пропускной способности станций», в которой впервые излагался аналитический метод расчета максимальных размеров движения при существующем путевом развитии. В 1927 г. в журнале «Железнодорожное дело» была помещена статья М.В. Сеньковского «К вопросу об уточнении расчета пропускной способности станций». Этой же проблеме было посвящено исследование профессоров И.И. Васильева и В.В. Арнольда «Расчет пропускной способности станций».

Важнейшим вкладом в науку о станциях и узлах принято считать труды академика В.Н. Образцова «Основные данные для проекти-

рования железнодорожных станций» (1929 г.) и «Транзитные узлы и техника их проектирования» (1933 г.).

В связи с технической реконструкцией существующих и строительством новых сортировочных станций возникла необходимость механизации сортировочных процессов. Решению этой задачи способствовала работа П.П. Леонова и П.П. Дахтурова «О механизации горочных устройств сортировочных станций».

Большую роль в развитии науки о станциях и узлах сыграли созданные в 1920-х годах в Московском, Ленинградском и Киевском институтах инженеров путей сообщения, а позже и в других транспортных вузах кафедры по станциям и узлам.

Важным этапом в развитии железнодорожных станций и узлов явилось создание первых технических условий проектирования станций (1926 г.) на основе предложений проф. С.Д. Карейши и инж. С.Н. Кульжинского.

С 1928 г. на железнодорожном транспорте начала осуществляться программа развития станций и строительства полуколец и соединительных путей в узлах. Проектирование станций было возложено на организованные в 1928—1930 гг. проектные институты в Москве, Ленинграде, Киеве и других городах страны. В 1932—1933 гг. в МИИТе и ЛИИЖТе на эксплуатационных факультетах были созданы отделения для специализации инженеров по проектированию станций и узлов.

Ученым транспорта и специалистам проектных институтов принадлежит заслуга в решении в начале 1930-х годов крупных инженерных проблем, связанных с развитием Ленинградского узла и железных дорог Кузбасса. Особо следует отметить работы по реконструкции железных дорог Сибири, которые по своим масштабам превосходили все, что до этого времени осуществлялось на железных дорогах мира.

Оригинальные и весьма ценные труды по типизации схем и отдельных элементов станций и узлов созданы проф. С.В. Земблиновым. В этой области многое сделал и проф. С.Г. Писарев.

Важное значение для подготовки специалистов имел фундаментальный труд «Станции и узлы» (1935—1938), написанный В.Н. Образцовым при участии В.Д. Никитина, С.П. Бузанова, М.В. Сеньковского и Н.Р. Ющенко.

В послевоенное время велись научные исследования по совершенствованию схем путевого развития станций с учетом внедрения новой техники и прогрессивных технологий на железных дорогах. Успешному осуществлению этих работ способствовали труды ученых-транспортников. Проф. П.В. Бартеневым в 1946 г. были предложены технико-экономические показатели для оценки проектов и разработан ряд образцовых схем станций и конструкций их элементов. Результаты исследований ученого нашли отражение в его учебниках, вышедших в 1943, 1945, 1949 и 1953 гг. Кроме учебников по станциям и узлам им написано большое количество статей по вопросам проектирования станций и узлов и расчетов пропускной способности. В 1949 г. в ЛИИЖТе М.М. Уздиным было закончено исследование вопросов проектирования станций при электрической тяге, до того времени почти неизученных. Было показано, в частности, что в этом случае длина тяговой территории (длина путей локомотивного хозяйства) уменьшается в 1,8—2,2 раза, площадь ее — в 3 раза, а пробег электровозов при экипировке — в 3—4 раза по сравнению с паровой тягой.

С начала 1950-х годов стали проводиться исследования, связанные с электрификацией железных дорог по системе однофазного тока промышленной частоты. При этом для стыкования участков, электрифицируемых по системе постоянного и однофазного переменного тока, учеными и проектировщиками были разработаны специальные схемы станций, получившие практическое внедрение.

В то же время в вузах и проектных организациях велись работы, направленные на увеличение перерабатывающей способности сортировочных горок и автоматизацию торможения отцепов. Вопросы совершенствования сортировочных устройств были исследованы в работах проф. В.Д. Никитина. Теория расчета механизированных горок обогатилась трудами проф. А.М. Долаберидзе, А.А. Яблонского. Комплекс вопросов, связанных с развитием станций, рассмотрел в своих трудах проф. В.П. Парфенов. Проблеме автоматизации сортировочных горок посвятил свои исследования проф. В.Е. Павлов. Существенный вклад в науку о станциях и узлах внесли профессора В.М. Акулиничев, Е.В. Архангельский, Л.В. Абуладзе, В.Я. Болотный, А.М. Корнаков, С.И. Логинов, В.А. Персианов, Н.В. Правдин, И.Е. Савченко, К.Ю. Скалов, Н.К. Сологуб, Е.А. Сотников, Н.И. Федотов, Н.Н. Шабалин и многие другие ученые.

Научные разработки талантливых проектировщиков Г.З. Верцмана, К.К. Таля, Б.Д. Штанге, П.И. Пантелеева и других были положены в основу Технических указаний по проектированию станций и узлов.

В начале 1970-х годов ученые транспорта разработали рекомендации по схемам станций Байкало-Амурской магистрали с учетом ее специфических особенностей: тяжелого профиля, сложного плана линии, суровых климатических условий.

В последующие годы в вузах железнодорожного транспорта, научно-исследовательских и проектных транспортных институтах выполнялись крупные исследования по обоснованию развития сортировочных, пассажирских и грузовых станций в железнодорожных узлах с учетом пропуска и обработки соединенных грузовых и двоянных пассажирских поездов, а также вопросы размещения и схем отдельных пунктов специализированных высокоскоростных магистралей.

Характерным для научных исследований последнего времени в области железнодорожных станций и узлов является широкое использование современных экономико-математических методов, вычислительной техники и имитационного моделирования для обоснования мощности станционных устройств.

Таким образом, к настоящему времени в науке «Железнодорожные станции и узлы» достигнуты значительные результаты: сформированы типовые схемы станций всех видов, соответствующие современным требованиям; усовершенствованы методы расчета станционных устройств, определения их оптимальных параметров и технико-экономического обоснования проектных решений с использованием математических методов и вычислительной техники; разработана проблема этапности развития станций и узлов.

Вопросы устройства и эксплуатации железнодорожных станций и узлов получили фундаментальное теоретическое обоснование, подкрепленное практикой, что позволило науке о станциях занять достойное место среди отраслей транспортной науки. Указанные научные достижения широко используются при проектировании станций на железнодорожном транспорте России и других стран СНГ.

Приведенные выше сведения позволяют сформулировать характерные особенности науки «Железнодорожные станции и узлы».

Предметом этой науки является исследование методов расчета станционных устройств, основ их конструирования и взаимной увязки, принципов рационального размещения станций и узлов на отведенной территории с учетом интересов населенных пунктов, промышленности и других видов транспорта.

Эта наука носит комплексный характер. При проектировании станций и узлов решаются вопросы не только их размещения и путевого развития, но и организации движения и тягового обслуживания на прилегающих направлениях. Одновременно разрабатываются проекты локомотивного и вагонного хозяйств, устройств энергоснабжения, дистанций пути, сигнализации и связи и других хозяйств.

В связи с этим наука «Железнодорожные станции и узлы» приобретает комплексный аспект, она тесно связана с такими науками, как «Управление эксплуатационной работой», «Управление грузовой и коммерческой работой», «Устройство и эксплуатация пути», «Проектирование железных дорог», «Автоматика, телемеханика и связь», «Экономика транспорта» и др. Можно сказать, что наука «Железнодорожные станции и узлы» является в известной степени связующей для указанных транспортных наук в части, относящейся к станционным устройствам и сооружениям.

Задачи дальнейшего развития станций и узлов

Задачи развития железнодорожных станций и узлов основаны на Стратегии развития железнодорожного транспорта в Российской Федерации до 2030 года, в которой предусмотрена ликвидация ограничений в провозных способностях на железнодорожном транспорте общего пользования и создание соответствующего мировому уровню инфраструктурного базиса для развития новых точек экономического роста в стране, обеспечение современного уровня развития инфраструктуры и транспортное обеспечение разведанных новых месторождений полезных ископаемых.

Для обеспечения развития инфраструктуры железнодорожного транспорта предусмотрены:

- создание нормативной базы содержания и эксплуатации объектов инфраструктуры железнодорожного транспорта;
- разработка комплексных решений реконструкции инфраструктуры железнодорожного транспорта для пропуска поездов с осевы-

ми нагрузками до 30 т-сил на полигонах обращения тяжеловесных поездов;

- применение малообслуживаемых конструкций инфраструктуры железнодорожного транспорта, оборудования железнодорожной автоматики, связи и системы электроснабжения;

- сокращение удельных затрат на обслуживание инфраструктуры железнодорожного транспорта на 25—30 %;

- увеличение наработки систем инфраструктуры железнодорожного транспорта на 30—40 %;

- внедрение комплексных компьютерных систем на сортировочных станциях, включая автоматическое управление локомотивами.

Для обеспечения высокоскоростного движения предусмотрен ввод в эксплуатацию высокоскоростных электропоездов и инфраструктуры для скоростей движения до 350 км/ч, а также системы технического обслуживания скоростной и высокоскоростной инфраструктуры и подвижного состава.

В период до 2015 г. долгосрочной программой предусматривается:

- строительство вторых путей протяженностью более 2,4 тыс. км, в том числе на основных направлениях — около 1,5 тыс. км;

- строительство третьих и четвертых путей на основных направлениях протяженностью более 300 км;

- строительство обходов Краснодарского, Омского, Саратовского, Читинского и Ярославского железнодорожных узлов;

- электрификация участков протяженностью около 4 тыс. км (в том числе участки Сызрань—Сенная, Трубная—Аксаарайская, Ртищево—Кочетовка, Юровский—Темрюк—Кавказ—Тамань). Электрификация данных участков позволит увеличить протяженность электрифицированных полигонов с целью обеспечения прогнозируемых объемов грузовых перевозок, в том числе в направлениях Север—Юг, Кузбасс—Азово-Черноморский транспортный узел;

- оборудование участков системой автоблокировки протяженностью около 2 тыс. км;

- развитие станций и узлов.

В период 2016—2030 годов долгосрочной программой предусматривается:

- строительство вторых путей протяженностью по минимальному варианту — около 2 тыс. км, по максимальному варианту — более 3 тыс. км;

- обходы Иркутского, Пермского и Новосибирского железнодорожных узлов;

- формирование глубокого обхода Московского узла (третье кольцо);

- северный обход Свердловского узла;

- электрификация участков протяженностью 3 тыс. км по минимальному варианту, по максимальному варианту — более 3,5 тыс. км (в том числе Кандры—Инза, Ульяновск—Сызрань, Сонково—Дно—Печоры-Псковские). Мероприятия по электрификации указанных участков позволят отклонить часть перспективного грузопотока с основных направлений на параллельные ходы);

- оборудование участков системой автоблокировки протяженностью более 1 тыс. км по минимальному варианту, по максимальному варианту — более 3 тыс. км.

Стратегия развития железнодорожного транспорта в Российской Федерации до 2030 года предъявляет новые требования к станциям и узлам, которые должны обеспечить заданные размеры перевозок, пропуск и переработку тяжеловесных грузовых и высокоскоростных пассажирских поездов. В этой связи необходимы проектирование новых и реконструкция существующих станций и узлов по рациональным схемам, их комплексное развитие с учетом достижений современной науки, совершенствование технологии их работы на основе автоматизации производственных процессов.

Раздел I

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О РАЗДЕЛЬНЫХ ПУНКТАХ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ И ИХ ПРОЕКТИРОВАНИИ

Глава 1. НАЗНАЧЕНИЕ И КЛАССИФИКАЦИЯ РАЗДЕЛЬНЫХ ПУНКТОВ

1.1. Классификация раздельных пунктов

Для обеспечения безопасности движения и необходимой пропускной способности, а также для регулирования движения поездов железнодорожные линии делятся на перегоны или блок-участки раздельными пунктами. Движение поездов происходит с разграничением их раздельными пунктами таким образом, чтобы на перегоне или блок-участке мог находиться только один поезд.

Различают раздельные пункты с путевым развитием и без путевого развития.

К раздельным пунктам с *путевым развитием* относятся разъезды, обгонные пункты и станции. Раздельные пункты *без путевого развития* — это путевые посты на линиях с полуавтоматической блокировкой, проходные светофоры при оборудовании линии автоблокировкой и обозначенные границы блок-участков при автоматической локомотивной сигнализации, как самостоятельном средстве сигнализации и связи по движению поездов.

Границами раздельных пунктов с путевым развитием на однопутных линиях являются входные светофоры, а на двухпутных линиях — по правильному пути входной светофор, а по неправильному пути — сигнальный знак «Граница станции». Сигнальные знаки «Граница станции» устанавливаются на расстоянии не менее 50 м от остяков первого противошерстного стрелочного перевода или предельного столбика пошерстного стрелочного перевода.

Разъездами называются отдельные пункты на однопутных линиях, имеющие путевое развитие, предназначенное для скрещения и обгона поездов.

Обгонные пункты — это отдельные пункты на двухпутных линиях, имеющие путевое развитие, допускающее обгон поездов и в необходимых случаях — перевод поезда с одного главного пути на другой.

Станциями называются отдельные пункты, имеющие путевое развитие, позволяющее выполнять операции по приему, отправлению и обгону поездов, обслуживанию пассажиров, приему, выдаче грузов, багажа и грузобагажа, а при развитых путевых устройствах — выполнять маневровые работы по расформированию и формированию поездов и технические операции с поездами.

Основными функциями железнодорожной станции являются:

- прием, отправление и пропуск поездов в соответствии с графиком движения поездов;
- прием к перевозке, погрузка, выгрузка, сортировка и выдача грузов, обслуживание железнодорожных путей необщего пользования в соответствии с заключенными договорами;
- формирование и расформирование грузовых поездов в соответствии с установленным планом формирования поездов;
- организация маневровой работы с пассажирскими и почтово-багажными поездами и вагонами, а также вагонами специально-техническими, служебно-техническими и другими вагонами пассажирского типа;
- оказание услуг в соответствии с заключенными договорами, в том числе с организациями-перевозчиками и компаниями-операторами; создание условий для их производственной деятельности на сети железных дорог общего пользования;
- контроль за устойчивой работой технических средств и устройств на железнодорожной станции, содержанием эксплуатируемых зданий и сооружений;
- передача и прием из информационно-вычислительного центра (ИВЦ) информации о грузовых, коммерческих, технических и пассажирских операциях с поездами и вагонами, выполняемых на железнодорожной станции, другой информации о работе железнодорожной станции в зависимости от местных условий;
- разработка и выполнение планов и мероприятий по обеспечению безопасности движения поездов, охране труда, сохранности

перевозимых грузов, средств идентификации на грузы, следующие под таможенным контролем; улучшению количественных и качественных показателей работы железнодорожной станции;

- выполнение совместно с подразделениями, филиалами, дочерними и зависимыми обществами ОАО «Российские железные дороги» (ОАО «РЖД»), связанными с работой железнодорожной станции, согласно соглашениям о взаимодействии, мероприятий по подготовке к работе в зимних условиях, в паводковый период, по организации бесперебойной работы в период снегопадов и метелей;

- другие функции, обусловленные назначением железнодорожной станции в соответствии с характером ее работы.

1.2. Общая характеристика станций и узлов

В целях обеспечения железнодорожных станций соответствующими технологическими процессами, информационными технологиями и автоматизированными системами, в зависимости от соотношения объемов и приоритетов выполняемых операций, устанавливается основной характер работы каждой железнодорожной станции.

В зависимости от основного назначения и характера работы железнодорожные станции могут быть отнесены к категориям (типам): пассажирская, грузовая, промежуточная и техническая.

Промежуточная железнодорожная станция предназначена в основном для выполнения технических операций по приему, отправлению, обгону, скрещению и пропуску грузовых и пассажирских поездов, маневровых операций по прицепке-отцепке вагонов к сборным поездам, подаче и уборке вагонов на грузовые фронты, а также грузовых, коммерческих и пассажирских операций.

К **техническим железнодорожным станциям** относятся железнодорожные станции, на которых операции пассажирской и грузовой работы не являются доминирующими. Основное назначение технической железнодорожной станции состоит в выполнении технических операций с грузовыми вагонами, составами, поездами для организации перевозок и обеспечения безопасности движения.

В зависимости от выполняемых технических операций с грузовыми вагонами, составами или поездами технические железнодорожные станции подразделяются на участковые и сортировочные.

Основное назначение *участковой железнодорожной станции* состоит в смене локомотивов и локомотивных бригад, расформировании и формировании грузовых поездов (в основном участковых и сборных), техническом обслуживании и коммерческом осмотре составов поездов, выполнении грузовых и пассажирских операций.

Основное назначение *сортировочной железнодорожной станции* состоит в сортировке вагонов и формировании из них поездов различных категорий в соответствии с планом формирования поездов, выполнении операций по пропуску транзитных поездов без переработки, техническое обслуживание и коммерческий осмотр составов поездов, устранение выявленных неисправностей вагонов, смена локомотивов и локомотивных бригад.

На сортировочных железнодорожных станциях выполняются также грузовые и пассажирские операции, по объему и значимости не превосходящие основную работу.

Пассажирские железнодорожные станции подразделяют на пассажирские и пассажирские технические станции.

Назначение *пассажирской железнодорожной станции* состоит в выполнении пассажирских операций, приеме и отправлении багажа, почты и грузобагажа, приеме и отправлении пассажирских и почтово-багажных поездов, подаче и уборке на пассажирскую техническую станцию (технический парк) конечных пассажирских поездов, техническом обслуживании и экипировке транзитных пассажирских поездов и маневровой работе с почтово-багажными составами.

Назначение *пассажирской технической железнодорожной станции* состоит в техническом обслуживании, ремонте и экипировке пассажирских вагонов, вагонов-ресторанов, формировании и расформировании пассажирских составов из приписных вагонов, подаче и уборке пассажирских составов (приписных вагонов) на пассажирскую станцию, отстое пассажирских составов и приписных вагонов.

В случае, когда на одной железнодорожной станции выполняют операции, характерные как для пассажирской, так и для пассажирской технической железнодорожной станции, станция является пассажирской.

Основное назначение *грузовой железнодорожной станции* состоит в выполнении грузовых и коммерческих операций, связанных с приемом к перевозке, взвешиванием, хранением, погрузкой, вы-

грузкой, сортировкой и выдачей грузов, оформлением перевозочных документов, формированием передаточных грузовых поездов и отправительских маршрутов, производством маневровой работы по подаче вагонов на погрузочно-выгрузочные фронты и их уборке, а также с другими техническими операциями. Они подразделяются на станции общего пользования, на которых перерабатываются несколько видов грузов, специализированные станции для одного или нескольких однородных грузов, станции, обслуживающие пути необщего пользования, перегрузочные и портовые станции.

В местах пересечения или слияния нескольких железнодорожных направлений, в которых происходит передача поездов и вагонов, а также пересадка пассажиров с одной линии на другую, образуются *железнодорожные узлы*. В большинстве случаев в состав узла входит несколько станций, работающих по единой технологии, соединительные ветви между ними с примыкающими подходами, развязки подходов в одном и (или) разных уровнях. В крупных железнодорожных узлах станции специализируются по роду выполняемой работы — сортировочные, пассажирские и грузовые.

Станции, к которым примыкают не менее трех магистральных направлений, называются *узловыми*.

Железнодорожная станция, имеющая необходимое путевое развитие, технические устройства и персонал, обеспечивающие работу по передаче транспортных средств между государствами в техническом и коммерческом отношении с выполнением операций государственного контроля, оформлением передаточной ведомости и формированием необходимых сообщений для ведения учета передачи и номерного наличия вагонного парка, является межгосударственной передаточной станцией.

В зависимости от объема и сложности выполняемой работы, наличия технических устройств станции подразделяются на внеклассные, имеющие большой объем работы и высокий уровень технической оснащенности, и станции I, II, III, IV и V классов. Порядок определения классности железнодорожной станции устанавливается ОАО «РЖД».

Основными документами, регламентирующими работу станции, являются Техническо-распорядительный акт и Технологический процесс работы станции.

Техническо-распорядительный акт (ТРА) является техническим паспортом железнодорожной станции, устанавливающим органи-

зацию и порядок использования технических средств, при которых обеспечивается безопасное выполнение операций по приему, отправлению и проследованию поездов по станции, производству внутростанционной маневровой работы и соблюдение требований охраны труда. Порядок использования технических средств станции, устанавливаемый ТРА, является обязательным для всех подразделений железной дороги, других филиалов и структурных подразделений ОАО «РЖД», а также дочерних и зависимых обществ ОАО «РЖД» в соответствии с заключенными с ними соглашениями, использующих или обслуживающих технические средства железнодорожной станции.

ТРА железнодорожной станции составляется и утверждается в порядке, установленном Инструкцией по составлению техническо-распорядительных актов железнодорожных станций. Он разрабатывается в соответствии с Правилами технической эксплуатации железных дорог Российской Федерации и Инструкциями по сигнализации, движению поездов и маневровой работе. К нему прилагается схема или план станции в зависимости от местных условий и необходимые инструкции. В настоящее время осуществлен полный охват железнодорожных станций России автоматизированной системой АС ТРА.

Технологический процесс работы станции (ТПРС) устанавливает последовательность и продолжительность выполнения операций по пропуску транзитных поездов, обработке составов и вагонов, расформированию и формированию поездов, маневровой и местной работе на основе научной организации и применения передовых методов труда, информационных технологий при полном использовании технических средств станции. ТПРС — это документ, определяющий научно обоснованную систему выполнения операций и организации труда в каждом парке и в целом по станции на базе обобщения передового опыта работы станций и применения новейшей техники. Он предусматривает высокую культуру обслуживания пассажиров, регламентирует подготовку и передачу достоверной информации для планирования и управления, учитывает требования по интенсификации работы станции.

ТПРС должен определять методы оперативного управления и планирования работы железнодорожной станции, организацию работы железнодорожной станции в зимних условиях, а также обеспечивать

безопасность движения поездов и маневровой работы, безопасность пассажиров, работников станции и других лиц, экологическую безопасность, возможность выезда аварийно-восстановительных средств, восстановительного и пожарного поездов, сохранность грузов, сохранность вагонного парка, минимизацию затрат времени на выполнение технологических операций.

ТПРС разрабатывается для сортировочных, участковых и грузовых станций в соответствии с типовыми технологическими процессами, с учетом особенностей и условий работы конкретной станции.

Для промежуточных станций вместо ТПРС разрабатываются технологические карты.

Пересмотр технологического процесса (технологических карт) осуществляется по мере необходимости, но не реже одного раза в 5 лет. Порядок разработки, корректировки и утверждения технологических процессов (технологических карт) устанавливается Центральной дирекцией управления движением — филиалом ОАО «РЖД».

Для станционных работников составляются инструктивно-технологические карты, которыми устанавливаются их конкретные обязанности, права и ответственность при выполнении технологических операций; нормы времени на эти операции; используемые устройства, инструменты и приспособления; режим труда и отдыха.

Железнодорожная станция организует работу по выполнению технических норм эксплуатационной работы на основе технологического процесса работы железнодорожной станции (технологической карты), единого технологического процесса работы железнодорожных путей необщего пользования и станции примыкания (ЕТП) или, при отсутствии ЕТП, инструкции о порядке обслуживания и организации движения на железнодорожных путях необщего пользования, графика движения поездов, плана формирования поездов с учетом технологии работы других подразделений железнодорожного транспорта.

1.3. Комплекс устройств, размещаемых на станциях

В зависимости от характера и объема выполняемой работы железнодорожная станция должна иметь соответствующее путевое

развитие, устройства и обустройства для выполнения технологических операций по пропуску, приему и отправлению поездов, обслуживанию пассажиров, приему и выдаче грузов, приему и выдаче почты и багажа, погрузке и выгрузке грузов, расформированию составов поездов на сортировочной горке и (или) на вытяжном пути, формированию составов поездов, техническому обслуживанию и ремонту грузовых вагонов, техническому обслуживанию, экипировке и ремонту пассажирских вагонов, техническому обслуживанию, экипировке и ремонту локомотивов, коммерческой работе, вводу информации о поездах, вагонах и грузах в автоматизированные системы управления.

Железнодорожная станция должна иметь средства водоснабжения, освещения и энергоснабжения, пожарной безопасности, сигнализации, централизации и блокировки, связи, информатизации и автоматизированного управления, восстановительные и пожарные поезда (на выделенных станциях).

Все эти устройства и сооружения, хотя и находятся в ведении различных подразделений ОАО «РЖД», но взаимно связаны между собой в общем технологическом процессе работы станции или узла и образуют комплекс, в который входят, кроме путевого развития, пассажирские и грузовые устройства, локомотивные и вагонные хозяйства, устройства сигнализации, централизации и блокировки, связи, водоснабжения и электроснабжения, а также служебно-технические здания и др. Мощность и размеры отдельных устройств этого комплекса определяются объемом их работы.

Устройства для пассажирского движения включают пассажирские здания, пассажирские платформы и переходы между ними (пешеходные мосты или тоннели), вспомогательные пассажирские устройства (багажные склады, киоски и др.), а также устройства для технического обслуживания поездов, текущего ремонта и экипировки пассажирских вагонов.

Грузовые операции обычно производятся в грузовых районах станции и на путях необщего пользования (подъездных путях предприятий). Место расположения грузовых устройств, которые входят в состав терминально-складского комплекса, зависит от общей схемы станции и размещения промышленных предприятий.

Грузовые районы имеют специализированные склады и площадки для хранения грузов, оснащенные средствами механизации и

автоматизации погрузочно-выгрузочных работ, путевое развитие для стоянки вагонов в процессе погрузки, выгрузки и производства маневровой работы, автомобильные подъезды с твердым покрытием, служебно-технические здания и другие устройства.

В состав локомотивного хозяйства входят ремонтная база, пункты технического обслуживания локомотивов, экипировочные устройства (независимо от их размещения в границах станций), пути для прохода и стоянки локомотивов, служебно-технические здания, устройства электроснабжения, водоснабжения и теплоснабжения. На территории локомотивного хозяйства обычно размещают пути стоянки пожарных и восстановительных поездов.

Вагонное хозяйство включает ремонтную базу, пункты технического обслуживания вагонов, механизированные пункты текущего отцепочного ремонта вагонов, пункты подготовки вагонов к перевозкам, пункты контрольно-технического обслуживания вагонов и др.

К другим устройствам и сооружениям станции относятся эксплуатационно-ремонтные базы дистанций пути, эксплуатационно-ремонтные пункты дистанции сигнализации, централизации и блокировки, эксплуатационно-ремонтные пункты регионального центра связи, тяговые подстанции, участки электроснабжения и дежурные пункты контактной сети, материальные склады, а также устройства водоснабжения и водоотведения, очистные сооружения.

Текущее содержание и ремонт сооружений и технических устройств, находящихся на железнодорожной станции, осуществляется работниками подразделений филиалов (дирекций) ОАО «РЖД», либо сторонних предприятий (организаций), деятельность которых осуществляется на основании договорных отношений. Железнодорожная станция осуществляет свои права в части установления контроля за работой технических средств и устройств, следующих подразделений, обеспечивающих эксплуатационную деятельность железнодорожной станции:

- дистанции пути;
- дистанции сигнализации, централизации и блокировки;
- дистанции электроснабжения;
- регионального центра связи;
- механизированной дистанции погрузочно-разгрузочных работ и коммерческих операций;

- эксплуатационного локомотивного депо, моторвагонного депо;
- эксплуатационного вагонного депо, пассажирского эксплуатационного вагонного депо;
- дистанции гражданских сооружений;
- дирекции по обслуживанию пассажиров в пригородном сообщении;
- информационно-вычислительного центра.

Ремонт, содержание и материально-техническое обеспечение сооружений и технических устройств железнодорожной станции возлагается на соответствующие структурные подразделения, обеспечивающие эксплуатационную деятельность железнодорожной станции, в порядке, установленном ОАО «РЖД».

Контрольные вопросы

1. Какие объекты железных дорог относятся к отдельным пунктам и что является их границами?
2. Дайте определение и классификацию станций.
3. Назовите основные функции железнодорожной станции.
4. Чем станции отличаются от разъездов и обгонных пунктов?
5. Назовите важнейшие документы, регламентирующие работу станций.
6. Что включает в себя комплекс станционных устройств?
7. Кем осуществляется текущее содержание и ремонт сооружений и технических устройств, находящихся на железнодорожной станции?

Глава 2. СТАНЦИОННЫЕ ПУТИ И ОСНОВНЫЕ ГАБАРИТНЫЕ РАССТОЯНИЯ

2.1. Классификация путей на станциях

Путевое развитие отдельных пунктов состоит из двух групп путей — станционных и путей специального назначения.

Станционные пути подразделяются на главные (продолжение путей перегона в пределах станции), приемо-отправочные, сортировочные, вытяжные, погрузочно-выгрузочные, выставочные, ходовые, деповские (локомотивного и вагонного хозяйств), соединительные, а также прочие пути, назначение которых определяется выполняемыми на них операциями.

Приемо-отправочные пути предназначены для приема и отправления поездов, а *сортировочные* — для сортировки, накопления вагонов и формирования составов поездов по назначениям плана формирования. *Вытяжные пути* служат для маневров по перестановке групп вагонов и целых составов и выполнения сортировочной работы с вагонами. *Погрузочно-выгрузочные пути* предназначены для стоянки вагонов в процессе погрузки или выгрузки, а *выставочные пути* — для отстоя вагонов в ожидании погрузки, выгрузки или уборки для включения в составы. На крупных железнодорожных станциях пути, специализирующиеся для выполнения однородных операций, объединяются в группы, называемые *парками*.

К *путям специального назначения* относятся предохранительные и улавливающие тупики, а также пути необщего пользования (подъездные пути, примыкающие непосредственно или через другие железнодорожные подъездные пути к железнодорожным путям общего пользования и предназначенные для обслуживания определенных пользователей услугами железнодорожного транспорта на условиях договоров или выполнения работ для собственных нужд).

Предохранительные тупики служат для предотвращения выхода подвижного состава на маршруты следования поездов или пути

стоянки вагонов, а *улавливающие тупики* — для остановки перед станцией потерявшего управление поезда или части поезда при движении по затяжному спуску.

Улавливающие тупики сооружаются в трудных топографических условиях при наличии затяжного спуска от перегона к станции. К затяжным спускам относятся уклоны в сторону станции при значениях их крутизны и протяженности, указанных в табл. 2.1.

Таблица 2.1

Значения крутизны и протяженности уклонов, относящихся к затяжным спускам

Крутизна спуска, ‰	Протяженность спуска, км
От 8 до 10	8 и более
От 10 до 14	6 и более
От 14 до 17	5 и более
От 17 до 20	4 и более
Более 20	2 и более

Пример схемы станции с указанием назначения путей приведен на рис. 2.1.

2.2. Габариты и основные габаритные расстояния

Для безопасного прохода локомотивов и вагонов мимо устройств и сооружений, находящихся у пути, а также мимо следующего по соседним путям подвижного состава, размещение на станциях различных устройств (складов, пассажирских платформ, служебных зданий, сигналов, опор контактной сети и др.) по отношению к путям, а также расстояния между осями путей должны соответствовать требованиям габарита приближения строений, габарита подвижного состава и габарита погрузки.

Габаритом приближения строений называется предельное поперечное (перпендикулярное оси пути) очертание, внутрь которого не должны заходить никакие части сооружений и устройств. Исключение составляют лишь те устройства, которые предназначены для непосредственного взаимодействия с подвижным составом (вагонные замедлители в рабочем состоянии, контактные провода с деталями крепления, поворачивающаяся часть гидравлических колонок при наборе воды и др.).

Габаритом подвижного состава называется предельное поперечное (перпендикулярное оси пути) очертание, в котором, не выходя наружу, должен помещаться как груженный, так и порожний подвижной состав, установленный на прямом горизонтальном пути.

Габарит погрузки — это предельное поперечное (перпендикулярное оси пути) очертание, в котором, не выходя наружу, должен размещаться груз (с учетом упаковки и крепления) на открытом подвижном составе при нахождении его на прямом горизонтальном пути.

При проектировании станций чаще всего приходится пользоваться нормами, вытекающими из габарита приближения строений С (для новых и реконструируемых линий сети железных дорог общего пользования) или C_{Π} (для путей, сооружений и устройств депо, мастерских, грузовых районов, складов, портов, промышленных предприятий и др.).

Основные размеры габарита приближения строений С представлены на рис. 2.2. Величины H_c и H_{Π} устанавливаются в зависимости от способа контактной подвески в следующих пределах: H_c — от 6500 до 7000 мм; H_{Π} — от 6300 до 6500 мм.

В габарите для перегонов на расстоянии от оси пути 1745 мм предусмотрен скос высотой 1070 мм от уровня верха головки рельса (УВГР) для перил на мостах, эстакадах и других искусственных сооружениях.

Ступенчатое очертание габарита приближения строений на станциях связано с необходимостью устройства низких пассажирских платформ высотой 200 мм на расстоянии 1745 мм от оси пути и высоких пассажирских и грузовых платформ высотой 1100 мм на расстоянии 1920 мм от оси пути. Из размеров габарита следует, что минимально допустимое расстояние до ближайшей грани мачт опор контактной сети, светофоров, гидроколонок, мачт осветительной сети и других устройств составляет 2450 мм, а нормальное — не менее 3100 мм.

На железных дорогах России применяются два габарита 1-Т и Т (см. рис. 2.3) для подвижного состава, допускаемого к обращению по всем путям сети железных дорог общего пользования и железнодорожным путям необщего пользования, причем подвижной состав по габариту Т может пропускаться только по путям, сооружения и устройства которых отвечают требованиям габарита приближения строений С.

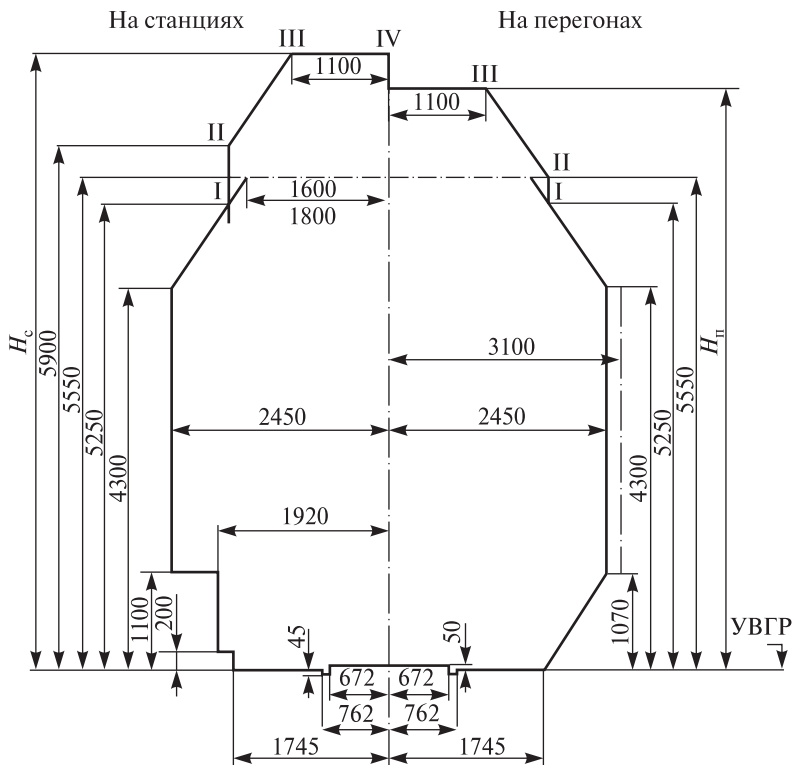


Рис. 2.2. Габарит приближения строений С:

УВГР — уровень верха головки рельса; очертание I—II—III — для путей на перегонах, на которых не предусматривается стоянка подвижного состава; очертание I—II—III—IV — для станционных путей, где предусматривается стоянка подвижного состава; — · — · — — для сооружений и устройств на путях, электрификация которых исключается даже при электрификации данной линии

Для проверки габаритности погрузки на открытом подвижном составе (платформы, транспортеры, полувагоны) его пропускают через габаритные ворота, установленные на одном из станционных путей. Внутри ворот подвешены узкие планки, создающие контур очертания габарита погрузки, близкий к габариту 1-Т. Негабаритные грузы, выступающие за пределы этого очертания, могут перевозиться лишь с соблюдением особого порядка следования.

Для подвижного состава, допускаемого к обращению как по сети железных дорог общего пользования России колеи 1520 мм, так и

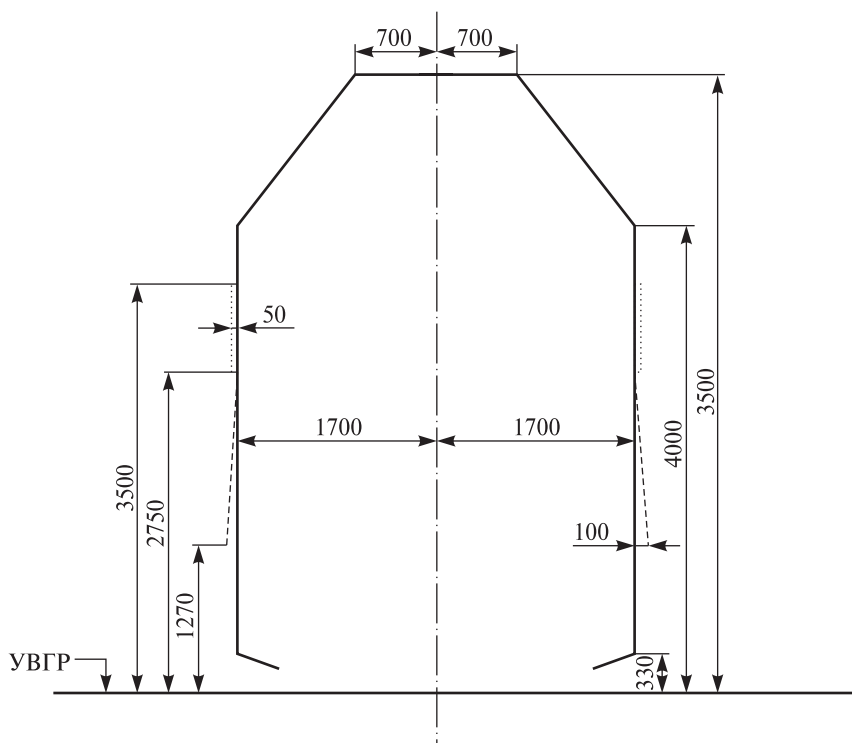


Рис. 2.3. Габарит подвижного состава 1-Т:

УВГР — уровень верха головки рельса; — только для сигнальных устройств; — — — для выступающих неотчетливых частей: поручней, подлокотников и др.

по железным дорогам зарубежных стран колеи 1435 мм, установлены особые габариты: 1-ВМ, 0-ВМ, 02-ВМ и 03-ВМ, которые имеют уменьшенные размеры по сравнению с габаритом 1-Т.

2.3. Расстояния между осями путей на станциях

Основные размеры габарита приближения строений С, габаритов подвижного состава 1-Т, Т и габарита погрузки определяют расстояния между осями железнодорожных путей.

На раздельных пунктах расстояния между осями смежных путей должны обеспечивать безопасность движения поездов и личную

безопасность работников, выполняющих операции с подвижным составом, а также возможность размещения в междупутьях путевых сигналов, опор контактной сети, пассажирских или грузовых платформ и др.

При отсутствии устройств в междупутьях расстояния между осями смежных путей на станциях, разъездах и обгонных пунктах в пределах прямых участков пути принимаются по табл. 2.2.

При расположении путей в кривых эти расстояния должны быть увеличены согласно Инструкции по применению габаритов приближения строений.

Таблица 2.2

Расстояния между осями смежных путей на станциях, разъездах и обгонных пунктах

Наименование путей	Расстояние между осями смежных путей, мм:	
	нормальное	наименьшее
1	2	3
1. Главные пути при скоростях движения: до 140 км/ч 141—200 км/ч	5300* Равно расстоянию между осями путей на прилегающих перегонах	4800
2. Главный и смежный с ним путь при скоростях движения: до 140 км/ч 141—200 км/ч	5300 7650	5300 7400
3. Приемо-отправочные, сортировочные и сортировочно-отправочные пути	5300	4800
4. Второстепенные станционные пути (пути отстоя подвижного состава, пути грузовых районов, кроме путей для перегрузки)	4800	4500
5. Пути отстоя резервных и неисправных вагонов	5300	4500
6. Пути для перегрузки грузов, контейнеров непосредственно из вагона в вагон габарита: 1-Т Т	3650 4000	3600 3950

1	2	3
7. Между отдельными пучками путей сортировочного парка	7500	5300
8. Между вытяжным и смежным с ним путем	6500	5300
9. Между ходовым и смежным с ним путем	6500	5300

* Расстояние между осями второго и вновь укладываемого третьего главного пути должно быть не менее 8000 мм, а на участках, где могут быть реализованы скорости более 140 км/ч — 10 000 мм.

Нормальные расстояния между осями смежных путей, приведенные в табл. 2.2, принимаются при проектировании станций, разъездов и обгонных пунктов на новых линиях и при переустройстве раздельных пунктов. Наименьшие расстояния допускается применять при соответствующем обосновании: для новых раздельных пунктов, располагаемых на существующих линиях в особо трудных условиях; для переустраиваемых раздельных пунктов в трудных условиях.

Под трудными условиями здесь и далее следует понимать сложные топографические, инженерно-геологические, планировочные и другие местные условия, когда применение основных норм проектирования вызывает значительное увеличение объема строительно-монтажных работ новых линий, а на существующих линиях — необходимость переустройства земляного полотна, станционных путей и искусственных сооружений, сноса капитальных строений. Под особо трудными условиями следует понимать условия, которые исключают или экономически не оправдывают применение основных или допускаемых для трудных условий норм.

На станциях через каждые 7—8 путей должны предусматриваться уширенные не менее чем до 6500 мм междупутья, в которых следует размещать все устройства, препятствующие работе машин по текущему содержанию и ремонту пути, а также уборке снега (опоры, мачты, столбы). На существующих станциях в необходимых случаях допускается установка опор, столбов и прожекторных мачт в междупутьях шириной менее 6500 мм. При этом расстояние между осью каждого пути и соответствующим краем столбов, опор, мачт

следует принимать не менее 2450 мм. Расстояние от оси крайнего пути до края опор, столбов, мачт со стороны поля должно быть не менее 3100 мм.

Если между путями размещаются какие-либо устройства и сооружения (сигналы, опоры, пассажирские платформы и др.), то расстояние между осями путей определяется по формуле:

$$e \geq b + 2g, \quad (2.1)$$

где b — ширина устройства или сооружения перпендикулярно к пути (или диаметр мачты); g — габаритное расстояние от оси пути до устройства или сооружения.

Например, при размещении в междупутье пассажирской платформы габаритное расстояние от оси пути до края высокой платформы составляет 1920 мм, а до края низкой платформы — 1745 мм. При ширине платформы 4 м расстояние между осями путей при высокой платформе составит $4 + 2 \cdot 1,92 = 7,84$ м, а при низкой платформе — $4 + 2 \cdot 1,745 = 7,49 \approx 7,50$ м.

Контрольные вопросы

1. Дайте классификацию путей на отдельных пунктах и примеры путей специального назначения.
2. Какие габариты определяют размещение на отдельных пунктах различных устройств?
3. Какими должны быть расстояния между осями главных путей в прямых участках?
4. Чему равны нормальные расстояния между осями приемо-отправочных, сортировочных и сортировочно-отправочных путей в прямых участках пути?
5. Чему равны нормальные расстояния между осью вытяжного и смежного с ним пути?
6. Чему равны нормальные расстояния между осями второстепенных станционных путей (пути отстоя подвижного состава, пути грузовых районов, кроме путей для перегрузки)?
7. Чему равны нормальные расстояния между осями путей отстоя резервных и неисправных вагонов?
8. Каково нормальное расстояние между ходовым и смежным с ним путем?

Глава 3. СОЕДИНЕНИЯ ПУТЕЙ

3.1. Основные виды стрелочных переводов и условия их применения

Для соединения путей используют стрелочные переводы, которые позволяют подвижному составу переходить с одного пути на другой, независимо от длины поезда или маневрового состава. Для перехода с одного пути на другой отдельных единиц подвижного состава могут применяться поворотные круги и тележки.

Основными элементами современного стрелочного перевода (см. рис. 3.1) являются стрелка, комплект крестовинной части, соединительные пути и переводные брусья.

Стрелка состоит из двух рамных рельсов, двух остряков, двух комплектов корневых устройств, комплекта переводного механизма, упорных и опорных устройств, а также крестовины с подвижным сердечником при ее наличии.

Комплект крестовинной части состоит из сердечника крестовины, двух усювиков, стыковых устройств, двух контррельсов, опорных приспособлений и других более мелких деталей.

Соединительные пути представляют собой один прямолинейный отрезок пути, другой — криволинейный (переводная кривая), которые соединяют стрелку с крестовинной частью.

Переводные брусья — это подрельсовые опоры, на которых смонтированы стрелка, рельсы соединительных путей и комплект крестовинной части.

Переводом остряков стрелочного перевода подвижной состав (вагоны и локомотивы) направляется на тот или иной путь.

Рамные рельсы представляют собой рельсы стандартной длины, к которым прилегают остряки.

Остряки — это отрезки рельсов, остроганные на одном конце для плотного прилегания их к рамному рельсу и для безопасного накатывания на них колес подвижного состава. Передний острый конец остряка называют острием, а задний — корневой частью.

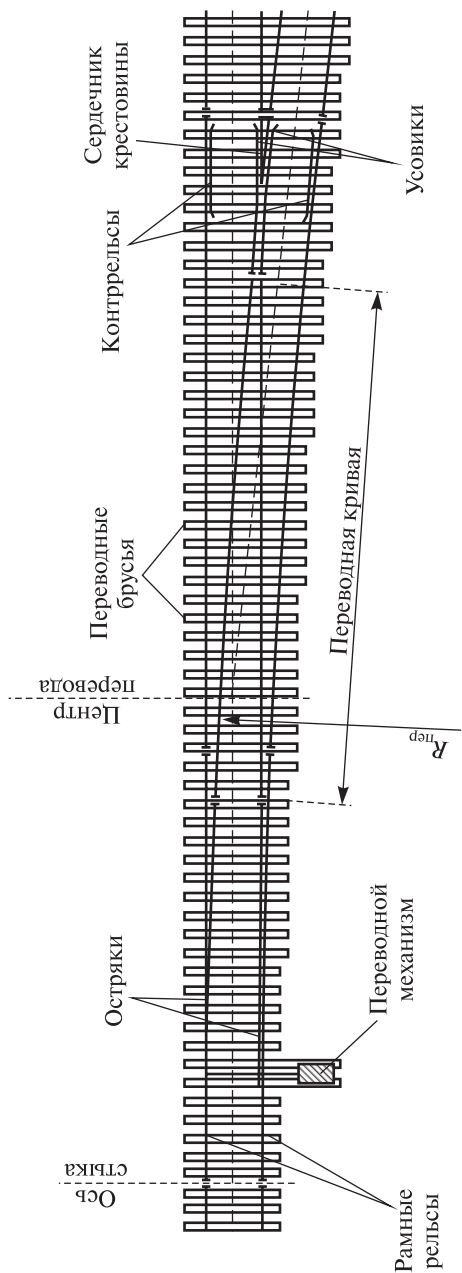


Рис. 3.1. Схема стрелочного перевода

Остряки соединяют между собой поперечными тягами, с помощью которых один из остряков плотно подводится к рамному рельсу, а другой отходит от другого рамного рельса на величину, необходимую для свободного прохода гребней колес.

Перевод остряков из одного положения в другое осуществляют специальными *стрелочными приводами* через одну из тяг, а в стрелочных переводах, остряки которых имеют значительную длину — через две тяги. В приводе имеется устройство, запирающее остряки в том или ином положении и контролирующее их плотное прилегание к рамному рельсу.

Корневое устройство — весьма ответственный узел, в котором осуществляется закрепление остряка в его корне с обеспечением подвижности в горизонтальной плоскости.

Крестовина обеспечивает переход колеса через путевой рельс. Крестовины могут быть без подвижных элементов и с подвижными элементами. В настоящее время самыми распространенными являются крестовины без подвижных элементов.

Контррельсы предназначены для направления колес в соответствующие желоба при прохождении колесной пары по крестовине. В стрелочных переводах с подвижным сердечником крестовины, которые применяются при скоростном и высокоскоростном движении поездов контррельсы отсутствуют.

В соответствии со своим назначением стрелочные переводы должны обеспечивать безопасное и плавное движение поездов с установленными максимальными скоростями, быть прочными, простыми по конструкции, недорогими и удобными в изготовлении и содержании, иметь большой срок службы.

Стрелочные переводы подразделяются на одиночные, двойные и перекрестные.

Одиночные переводы бывают односторонними (левосторонние и правосторонние) и разносторонними (симметричные и несимметричные). На железных дорогах России распространены одиночные односторонние (обыкновенные) стрелочные переводы марок 1/22, 1/18, 1/11, 1/9 и разносторонние симметричные переводы, марок 1/11, 1/9, 1/6 и 1/4,5.

Обыкновенные стрелочные переводы. Схема обыкновенного (обычного) стрелочного перевода показана на рис. 3.2. Они различаются

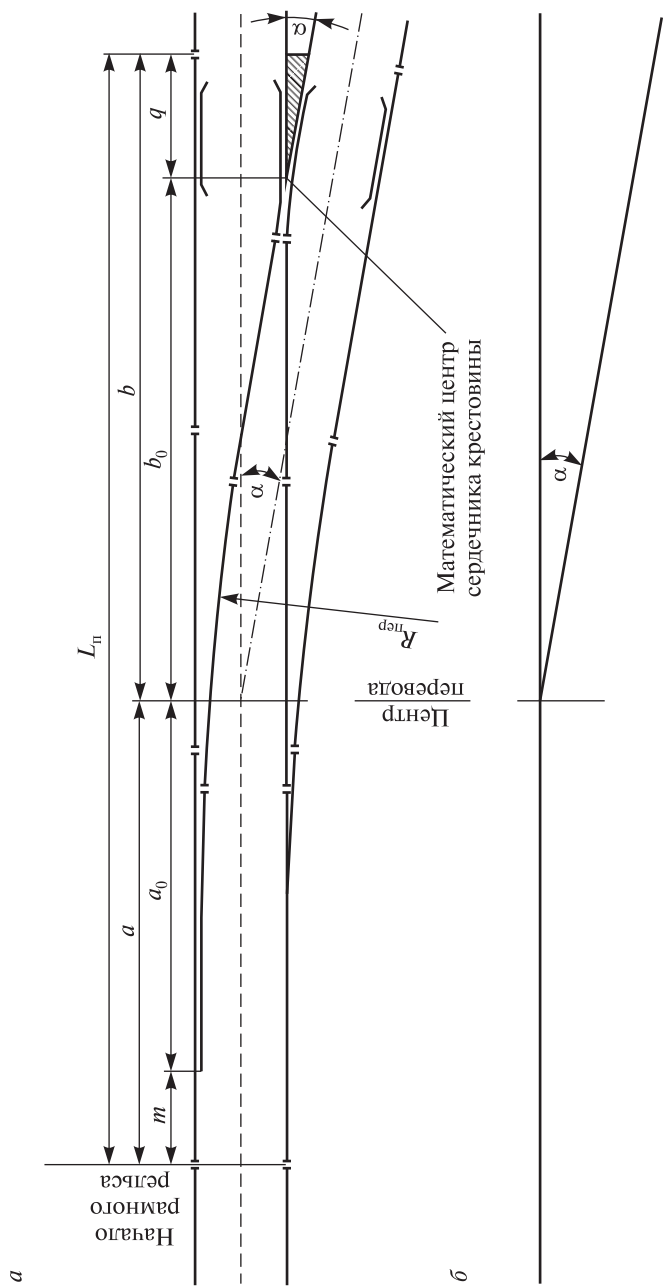


Рис. 3.2. Схема обыкновенного стрелочного перевода с основными параметрами: в нитках путей (а); в осях путей (б); m — расстояние от стыка рамного рельса до начала остряка; a_0 — расстояние от начала остряка до центра стрелочного перевода; a — расстояние от стыка рамного рельса до центра стрелочного перевода; b_0 — расстояние от центра стрелочного перевода до математического центра крестовины; q — расстояние от математического центра крестовины до ее торца; b — расстояние от центра стрелочного перевода до торца крестовины; $R_{\text{пер}}$ — радиус переводной кривой; α — угол крестовины; $L_{\text{п}}$ — полная длина стрелочного перевода

в зависимости от типа рельсов (Р75, Р65, Р50, Р43) и марки крестовины 1/9, 1/11, 1/18, 1/22. Численное значение марки крестовины равно тангенсу угла крестовины.

Стрелочные переводы, укладываемые на станциях, принимают в соответствии с типами рельсов для соответствующих путей.

На главных и приемо-отправочных пассажирских путях укладывают обычные стрелочные переводы не круче 1/11. В случае прохождения пассажирских поездов только по прямому пути, а также на путях приема и отправления грузовых поездов могут быть уложены стрелочные переводы марки 1/9.

Стрелочные переводы марки 1/11 имеют больший радиус переводной кривой (300 м) по сравнению со стрелочными переводами марки 1/9 (200 м), тем самым обеспечивается большая плавность движения поездов.

Для безостановочного скрещения поездов и безостановочного пропуска поездов по боковому пути, а также для отклонения на боковой путь в путепроводных развязках и разветвлениях главных путей, укладывают стрелочные переводы с марками крестовины 1/18 и 1/22.

Стрелочные переводы марки 1/18 имеют радиус переводной кривой 960 м, что обеспечивает пропуск поездов на боковой путь со скоростью до 80 км/ч, а переводы марки 1/22 с радиусом переводной кривой 1440 м — до 120 км/ч.

Для движения поездов по прямому направлению со скоростями 200 км/ч и более применяют крестовины с непрерывной поверхностью катания с подвижным сердечником, гибкой, гибкоповоротной и поворотной конструкций.

При проектировании и реконструкции станций необходимо знать основные параметры стрелочных переводов, определяющие условия укладки их в горловинах (см. рис. 3.2). Значения этих параметров обыкновенных стрелочных переводов представлены в табл. 3.1.

На планах станций стрелочные переводы изображают в осях путей, как показано на рис. 3.2, б. На оси основного пути отображают центр стрелочного перевода, от которого под углом крестовины строят ось отклоняемого пути. Нанесение на чертеж стрелочного перевода выполняют следующим образом: от центра перевода по оси прямого пути откладывают в принятом масштабе число единиц,

соответствующее знаменателю марки крестовины, а в конце этого отрезка перпендикулярно оси пути откладывают единицу (числитель марки крестовины) в том же масштабе; после этого полученную точку соединяют с центром перевода.

Таблица 3.1

Основные размеры обыкновенных стрелочных переводов

Угол крестовины	Марка крестовины	Тип рельсов	Расстояния				Полная длина перевода, м	Радиус переводной кривой, м
			от стыка рамного рельса до начала остряка, м	от центра перевода до				
				начала остряка, м	стыка рамного рельса, м	хвоста крестовины, м		
α	$\operatorname{tg}\alpha$		m	a_0	a	b	L_{Π}	R
2°35'50"	1/22	P65	5,03	26,83	31,86	39,26	71,12	1440
3°10'12,5"	1/18	P50	3,84	21,72	25,56	31,96	57,52	960
5°11'40"	1/11	P75	2,77	11,29	14,06	19,95	33,47	300
		P65	2,77	11,29	14,06	20,80	34,86	300
		P65*	2,77	11,29	14,06	25,0	39,06	300
		P50	4,33	10,10	14,48	19,85	33,53	297
6°20'250"	1/9	P65	2,77	12,46	15,23	15,81	31,04	200
		P50, P43	4,33	11,13	15,46	15,60	31,06	200

* Скоростной перевод с подвижным сердечником крестовины.

Одиночные симметричные стрелочные переводы. На рис. 3.3 показан одиночный симметричный стрелочный перевод, у которого оба пути отклоняются от основного направления под углом $\alpha/2$, что позволяет увеличить радиус переводной кривой при крестовине марки 1/9 с 200 до 400 м, при крестовине марки 1/11 — с 300 до 500 м, а также сократить длину перевода.

Симметричные стрелочные переводы марки 1/6, имеющие радиус переводной кривой 200 м используют в горочных горловинах сортировочных парков, что позволяет сократить их длину. Такие переводы целесообразно применять также на путях грузовых районов, локомотивного и вагонного хозяйств. Симметричные стрелочные переводы марки 1/4,5 укладываются на прочих путях.

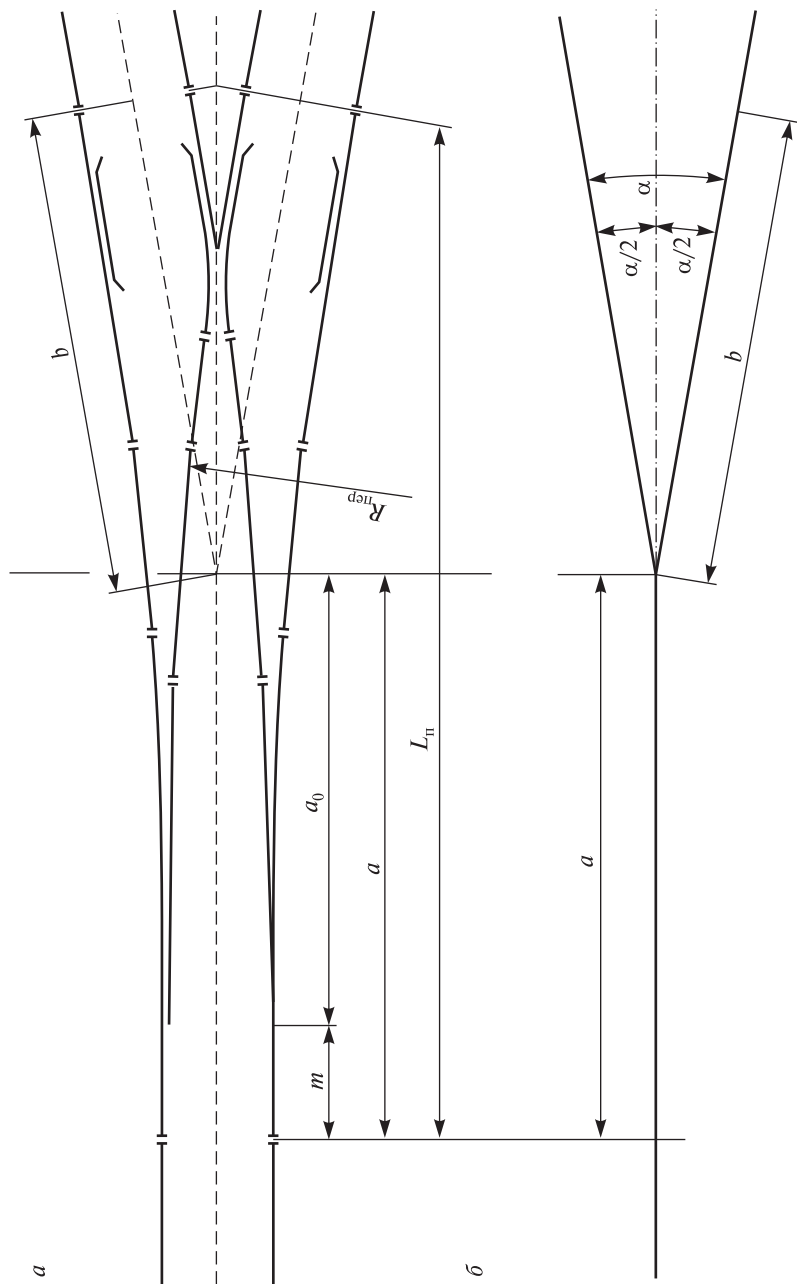


Рис. 3.3. Схема симметричного стрелочного перевода:
 a — в нитках путей; b — в осях путей (условные обозначения — см. рис. 3.2)

Значения основных параметров симметричных стрелочных переводов представлены в табл. 3.2.

Таблица 3.2

Основные размеры симметричных стрелочных переводов

Угол крестовины	Марка кресто- вины	Тип рельсов	Расстояния				Полная длина перевода, м	Радиус перевод- ной кривой, м
			от стыка рамного рельса до начала ост- ряка, м	от центра перевода до				
				начала остряка, м	стыка рамного рельса, м	хвоста кресто- вины, м		
α	$\operatorname{tg}\alpha$		m	a_0	a	b	L_{Π}	R
5°11'40"	1/11	P65 P50	4,02 4,33	9,77 9,77	13,79 14,10	19,35 19,10	33,14 33,21	500 500
6°20'25"	1/9	P50	4,33	11,43	15,76	15,64	31,42	400
9°27'45"	1/6	P65	0,73	6,12	6,34	10,50	17,53	200
		P50	0,74	6,19	6,93	10,61	17,54	200
		P43	0,74	6,19	6,93	10,46	17,37	200
11°18'36"	1/4,5	P43	0,71	6,28	6,79	7,96	14,97	140

Перекрестные стрелочные переводы. Перекрестные стрелочные переводы (см. рис. 3.4) укладывают в местах пересечения двух путей. Они заменяют два обыкновенных стрелочных перевода, уложенных навстречу друг другу. Перекрестные переводы применяют на крупных станциях для сокращения длины горловин, а также на пассажирских станциях, где кроме уменьшения длины горловины сокращается число обратных кривых на маршрутах приема и отправления поездов.

По перекрестным стрелочным переводам марки 1/9, имеющим переводные кривые радиусом 250 м, возможно отклонение на боковой путь пассажирских поездов.

В табл. 3.3 представлены значения основных параметров перекрестных стрелочных переводов.

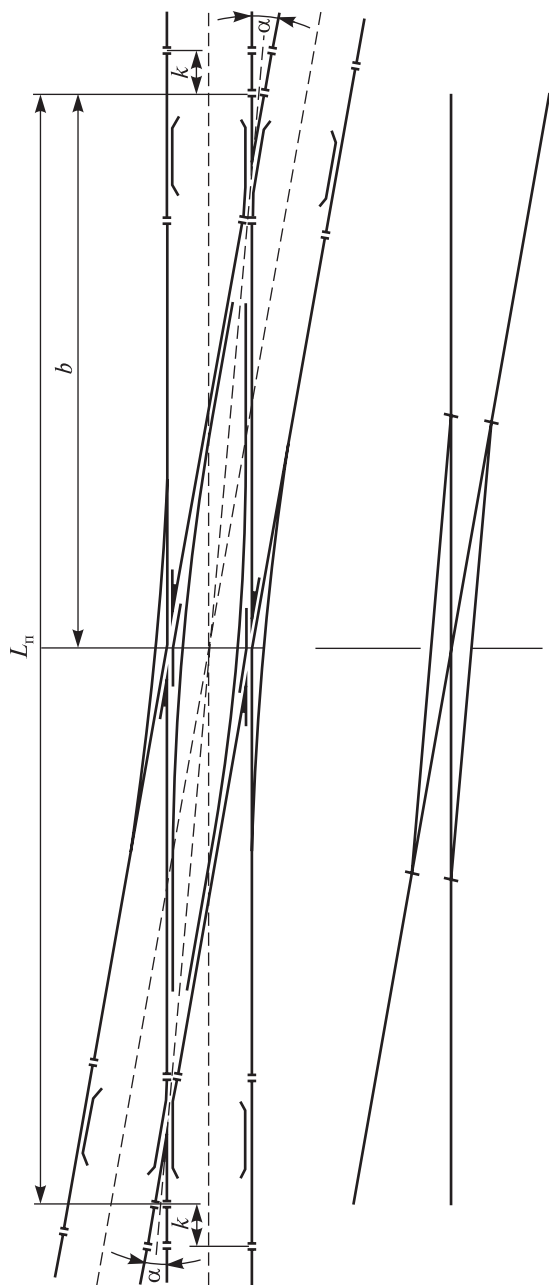


Рис. 3.4. Схема перекрестного стрелочного перевода:
 L_n — полная длина перевода; b — расстояние от центра перевода до хвоста крестовины; k — длина пригоночного
 рельса от торца крестовины до ближайшего стыка; α — угол крестовины

Таблица 3.3

Основные размеры перекрестных стрелочных переводов

Угол крестовины	Марка крестовины	Тип рельсов	Расстояние от центра перевода до хвоста крестовины, м	Полная длина перевода, м	Длина пригоночного рельса от торца крестовины до ближайшего стыка	Радиус переводной кривой, м
α	$\operatorname{tg}\alpha$		b	L_{Π}	k	R
6°20'25"	1/9	P65	15,89	31,78	7,99	243
		P50	15,68	31,36	8,18	250
		P43	15,68	31,36	8,18	250

3.2. Взаимное расположение смежных стрелочных переводов

Стрелочные переводы, укладываемые рядом на одном пути, могут иметь различное взаимное расположение. Основные схемы укладки смежных стрелочных переводов приведены на рис. 3.5.

При *встречной укладке* переводов с боковыми путями, направленными в разные стороны (схема I) и в одну сторону от основного пути (схема II), между стыками рамных рельсов укладывают прямую вставку d . В случае *попутной укладки* переводов (схема III) вставка d размещается между торцом крестовины первого перевода и началом рамного рельса второго перевода. Длину вставки d принимают различной в зависимости от схемы укладки и назначения путей.

В случаях укладки переводов на главных путях по схемам I—III величину вставки d принимают не менее 12,5 м, а в стесненных условиях — не менее 6,25 м. Если же на главных путях предусматривается скоростное движение поездов, длину вставки d принимают 25 м (в трудных условиях 12,5 м).

При укладке на приемо-отправочных путях двух встречных стрелочных переводов по схемам I и II длина прямой вставки d для схемы I должна быть не менее 12,5 м, для схемы II — не менее 6,25 м, а в стесненных условиях для каждой из обеих схем — не менее 6,25 м.

На приемо-отправочных путях крупных станций (участковых, сортировочных, пассажирских и грузовых) при реконструкции в стесненных условиях, а также на прочих путях укладку прямой вставки по схемам I и II можно не предусматривать.

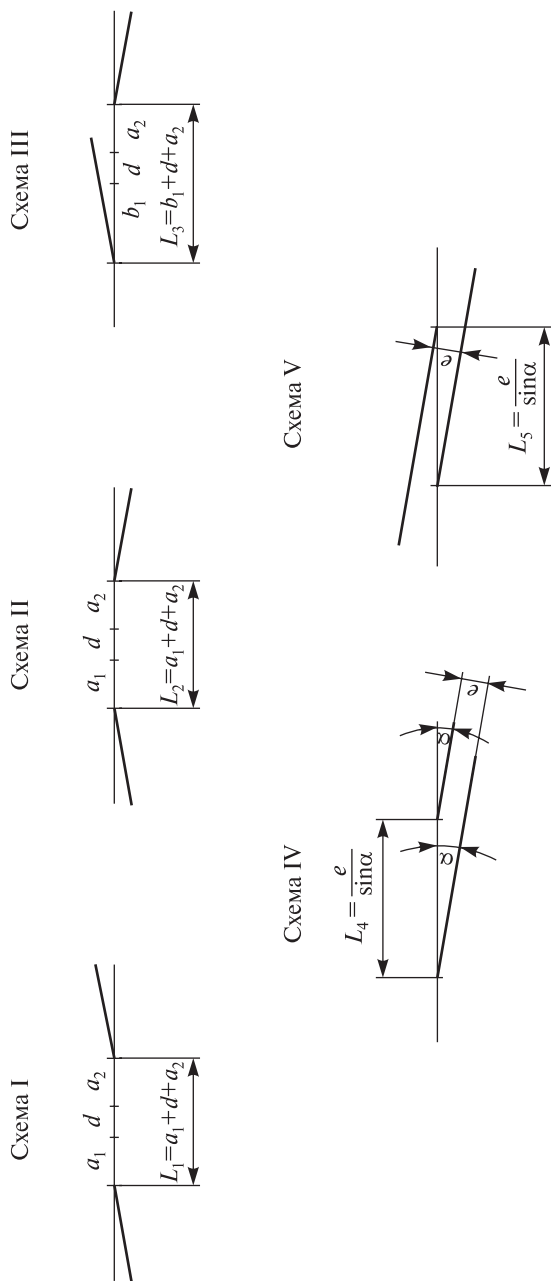


Рис. 3.5. Схемы взаимного расположения смежных стрелочных переводов:

a — расстояние от стыка рамного рельса до центра стрелочного перевода; b — расстояние от центра стрелочного перевода до торца крестовины; d — прямая вставка между стыками рамных рельсов; L — расстояние между центрами стрелочных переводов; e — ширина междупутья

При укладке на главных путях двух попутных стрелочных переводов (схема III), следует предусматривать прямую вставку d длиной не менее 12,5 м, а в стесненных условиях — не менее 6,25 м.

При укладке на приемо-отправочных путях двух попутных стрелочных переводов (схема III) длина прямой вставки должна быть не менее 6,25 м; в стесненных условиях, а также на прочих путях — не менее 4,5 м.

Во всех случаях при укладке смежных переводов из рельсов разных типов прямая вставка d устраивается длиной не менее 12,5 м.

При ответвлении двух параллельных путей в одну сторону (схема IV) и в разные стороны (схема V), расстояние между центрами стрелочных переводов L определяется из условия, чтобы расстояние e между осями параллельных путей было не менее величины, установленной проектом:

$$L = \frac{e}{\sin \alpha}, \quad (3.1)$$

где α — угол крестовины, град.

Например, при $e = 5,3$ м и марке перевода 1/9 ($\sin \alpha = \sin 6^\circ 20' 25'' = 0,110433$) $L = 47,99$ м.

Величина прямой вставки d определяется по следующим формулам:

— для схемы IV

$$d = \frac{e}{\sin \alpha} - (b_1 + b_2), \quad (3.2)$$

где b_1 и b_2 — расстояния от центра каждого стрелочного перевода до торца его крестовины, м;

— для схемы V

$$d = \frac{e}{\sin \alpha} - (b_1 + a_2), \quad (3.3)$$

где b_1 — расстояние от центра первого стрелочного перевода до торца его крестовины; a_2 — расстояние от начала рамного рельса до центра второго стрелочного перевода.

Чтобы обеспечить безопасность одновременных передвижений по обоим путям в схеме V, расстояние между осями путей должно быть не менее 4,8 м.

3.3. Соединения двух параллельных путей

Соединение двух параллельных путей может быть конечным, осуществляемым с помощью одного стрелочного перевода, или в виде съезда. Оба эти соединения в зависимости от величины междупутного расстояния могут быть несокращенными и сокращенными.

Конечное несокращенное соединение двух параллельных путей принимают при междупутьях менее 7,5 м (см. рис. 3.6, а). При этом

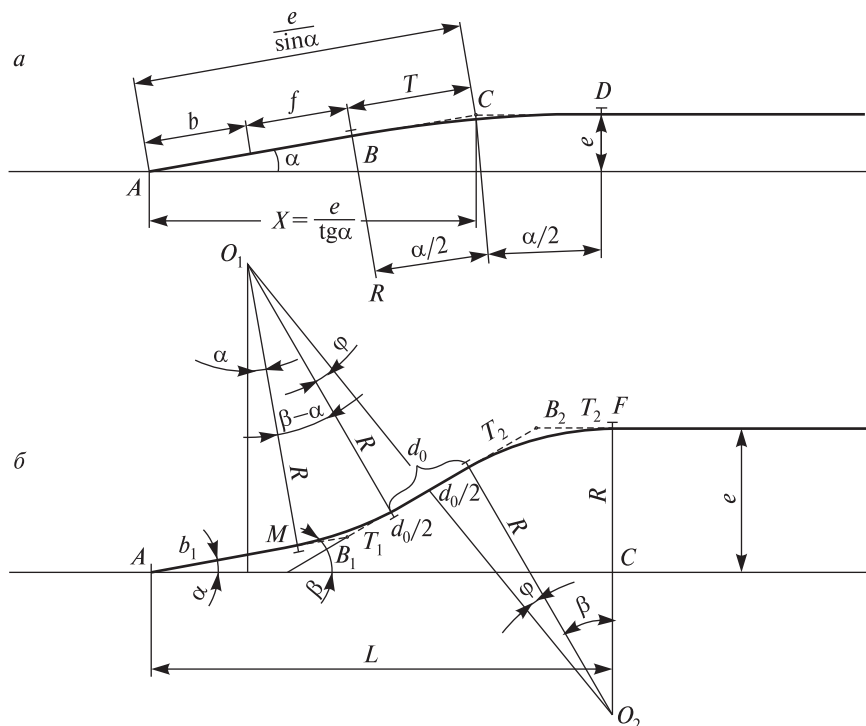


Рис. 3.6. Схемы несокращенного (а) и сокращенного (б) конечного соединения двух параллельных путей:

e — расстояние между осями путей; b — расстояние от центра стрелочного перевода до торца крестовины; R — радиус сопрягающей кривой; T — тангенс кривой; α — угол крестовины; f — прямая вставка между торцом крестовины и началом кривой; b_1 — расстояние от центра стрелочного перевода до начала кривой; β — угол поворота кривой; ϕ — вспомогательный угол; d_0 — прямая вставка между обратными кривыми

радиус сопрягающей (закрестовинной) кривой должен быть не меньше радиуса переводной кривой стрелочного перевода, соединяющего эти пути (например, при крестовине марки 1/9 — 200 м, 1/11 — 300 м). Для разгонки уширения в кривой при радиусе ее менее 350 м необходимо укладывать прямую вставку между торцом крестовины и началом сопрягающей кривой (при радиусе от 300 до 349 м величину прямой вставки p принимают 3—6 м, а при радиусе менее 300 м — от 8 до 16 м). Кроме того, необходимо соблюдение условия, при котором расстояние между концом переводной кривой и началом сопрягающей кривой должно быть не менее 12 м.

При расчете этого простейшего соединения известны: e — расстояние между осями путей, a , b — параметры стрелочного перевода и R — радиус сопрягающей кривой. Расчету подлежат координаты вершины угла поворота кривой x , y , тангенс кривой T , длина кривой K , а также дополнительно проверяют величину вставки f , которая должна быть не меньше значения прямой вставки p для разгонки уширения колеи в кривых при радиусах кривых на станционных путях менее 350 м.

Искомые величины находятся из выражений:

$$x = \frac{e}{\operatorname{tg} \alpha}; \quad y = e; \quad AB = \frac{e}{\sin \alpha}; \quad T = R \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}; \quad K = \frac{\pi R \alpha^0}{180};$$

$$f = \frac{e}{\sin \alpha} - (b + T).$$

При междупутье 7,5 м и более проектируется *сокращенное соединение* (см. рис. 3.6, б). В этом случае за счет укладки дополнительного кривого участка пути, т.е. увеличения угла наклона бокового пути длина соединения уменьшается. На участках, где проходят организованные поезда, между обратными кривыми укладывается прямая вставка d_0 длиной не менее 15 м, в остальных случаях она может не укладываться.

При расчете сокращенного соединения при известных значениях e, d_0, R, α, a, b расстояние от центра перевода до начала кривой определяют из выражения:

$$b_1 = b + p. \quad (3.4)$$

Для определения величины угла β вводят вспомогательный угол φ (см. рис. 3.6, б):

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{d_0}{2R}; \quad O_1 O_2 = \frac{2R}{\cos \varphi}. \quad (3.5)$$

Проектируя на вертикальную ось элементы контура $AMO_1 O_2 CF$, получаем уравнение

$$b_1 \sin \alpha + R \cos \alpha - \frac{2R}{\cos \varphi} \cos(\beta + \varphi) + (R - e) = 0,$$

откуда

$$\cos(\beta + \varphi) = \frac{(b_1 \sin \alpha + R \cos \alpha + R - e) \cos \varphi}{2R}. \quad (3.6)$$

Определив угол β (при известном угле φ), находят длину тангенсов T_1 (для угла $\beta - \alpha$ с вершиной B_1) и T_2 (для угла β с вершиной B_2), а также координаты вершин B_1 и B_2 , приняв за начало координат центр стрелочного перевода:

$$T_1 = R \operatorname{tg} \frac{\beta - \alpha}{2}; \quad x_{B_1} = (b_1 + T_1) \cos \alpha; \quad y_{B_1} = (b_1 + T_1) \sin \alpha; \quad (3.7)$$

$$T_2 = R \operatorname{tg} \frac{\beta}{2}; \quad x_{B_2} = x_{B_1} + (T_1 + d_0 + T_2) \cos \beta; \quad y_{B_2} = y_{B_1} + (T_1 + d_0 + T_2) \sin \beta. \quad (3.8)$$

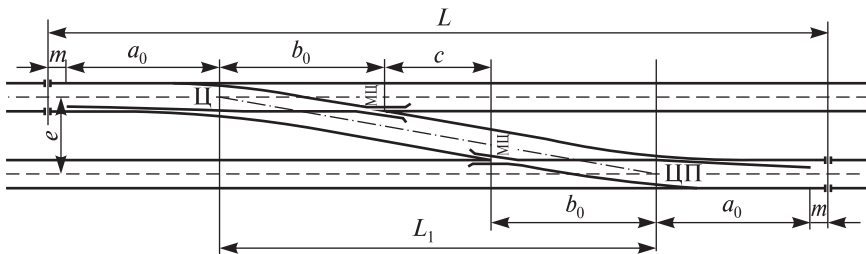
Проверка расчета заключается в равенстве y_{B_2} и e .

Съезды между двумя параллельными путями могут проектироваться простые, сокращенные и перекрестные.

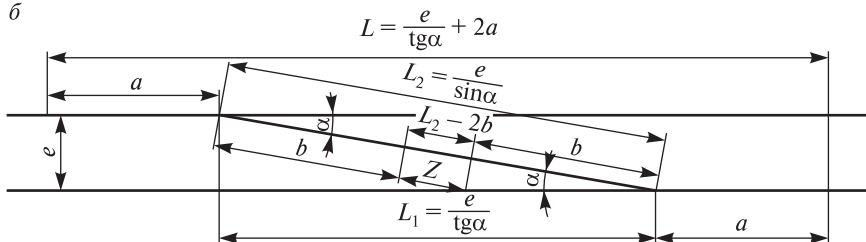
При устройстве съезда между путями с расстоянием между ними менее 7,5 м применяются *простые* (несокращенные) съезды (см. рис. 3.7, *а* и *б*), состоящие из двух стрелочных переводов и прямой вставки между ними. Расчетные формулы для определения длины простого съезда в зависимости от расстояния между осями путей и марки крестовины стрелочного перевода приведены на рис. 3.7, *б*.

В стесненных условиях в целях уменьшения длины стрелочной зоны используют перекрестные съезды, которые состоят из четырех стрелочных переводов и глухого пересечения (см. рис. 3.7, *в*). Перекрестный съезд рассчитывают также как и простой съезд, но

а



б



в

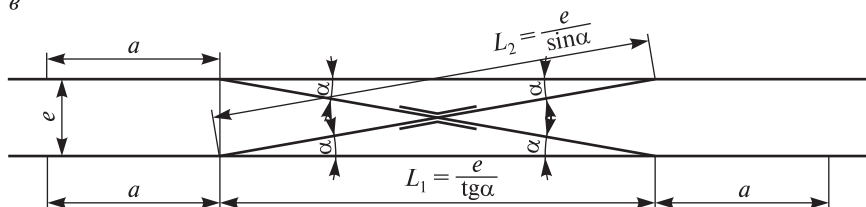


Рис. 3.7. Схемы съездов:

простого в нитках путей (а) и в осях путей (б); перекрестного (в); L — длина съезда; L_1 — проекция расстояния между центрами стрелочных переводов на горизонтальную ось; m , a_0 , a , b , b_0 , α — параметры стрелочных переводов; c — расстояние между математическими центрами крестовин; Z — расстояние между торцами крестовин; e — расстояние между осями путей

дополнительно осуществляют проверку расстояния между центрами переводов L_2 :

$$L_2 \geq 2b + Z, \quad (3.9)$$

где Z — длина глухого пересечения.

При укладке перекрестного съезда минимальное расстояние между осями путей должно быть равно:

$$e \geq (2b + Z) \sin \alpha. \quad (3.10)$$

Практически перекрестные съезды при марках переводов 1/11 и 1/9 укладывают в междупутье, равное 5,3 м.

В междупутьях шириной 7,5 м и более могут укладывать сокращенные простые и сокращенные перекрестные съезды. *Сокращенный съезд* (см. рис. 3.8) имеет два стрелочных перевода, две обратные кривые и прямую вставку (10—15 м), *перекрестный сокращенный съезд* — четыре стрелочных перевода и четыре обратные кривые, с глухим пересечением в пределах прямой вставки. Сокращенные перекрестные съезды в настоящее время практически не применяют.

При расчете сокращенного съезда, прежде всего, определяют угол β наклона вставки d_0 к основному пути, для чего в расчет вводят вспомогательный угол φ (см. рис. 3.8):

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{d_0}{2R}; \quad O_1 O_2 = \frac{2R}{\cos \varphi}.$$

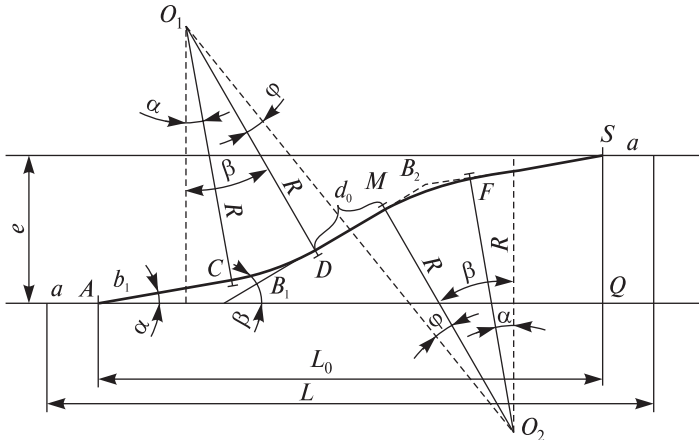


Рис. 3.8. Схема сокращенного съезда:

e — ширина междупутья; d_0 — расстояние между тангенсами обратных кривых; R — радиус кривой; α — угол крестовины; β — угол поворота кривой; φ — вспомогательный угол; a — расстояние от стыка рамного рельса до центра стрелочного перевода; b_1 — расстояние от центра перевода до начала кривой; L — длина съезда; L_0 — проекция расстояния между центрами стрелочных переводов съезда на горизонтальную ось

Проектируя на вертикальную ось элементы контура ACO_1O_2FS получим:

$$2b_1 \sin \alpha + 2R \cos \alpha - \frac{2R}{\cos \varphi} \cos(\beta + \varphi) = e.$$

Решая это уравнение относительно $\cos(\beta + \varphi)$, имеем:

$$\cos(\beta + \varphi) = \frac{(2b_1 \sin \alpha + 2R \cos \alpha - e) \cos \varphi}{2R}. \quad (3.11)$$

При известных значениях $\cos(\beta + \varphi)$ и φ определяют угол β . Далее находят длину тангенса T для угла $\beta - \alpha$ и координаты точек B_1 , B_2 и S , приняв за начало координат точку A :

$$T = R \operatorname{tg} \frac{\beta - \alpha}{2}; \quad x_{B_1} = (b_1 + T) \cos \alpha; \quad y_{B_1} = (b_1 + T) \sin \alpha; \quad (3.12)$$

$$x_{B_2} = x_{B_1} + (2T + d_0) \cos \beta; \quad y_{B_2} = y_{B_1} + (2T + d_0) \sin \beta; \quad (3.13)$$

$$x_S = L_0 = 2(b_1 + T) \cos \alpha + (2T + d_0) \cos \beta. \quad (3.14)$$

Проверка правильности расчета осуществляется из условия равенства проекции линии AB_1B_2S на вертикальную ось значению e .

3.4. Стрелочные улицы

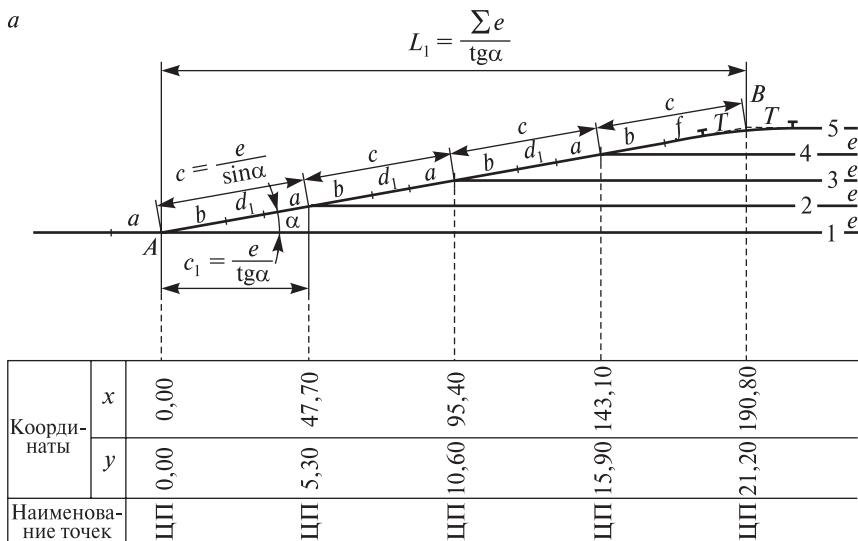
Стрелочной улицей называется путь, на котором уложены стрелочные переводы, ведущие на последовательно ответвляющиеся параллельные пути.

Стрелочные улицы дают возможность приема поездов с главного пути на любой путь парка станции, отправления поездов с любого пути парка на главный путь, а также перестановки составов или групп вагонов с одного пути на другой через вытяжной путь. Конструкция стрелочных улиц имеет важное значение при проектировании крупных станций; она влияет на стоимость строительства и эффективность использования станционной площадки, определяет безопасность и удобство выполнения станционных операций. В зависимости от расположения стрелочных переводов и угла наклона к основному пути различают несколько видов стрелочных улиц: простейшие, которые могут быть под углом крестовины

и расположенные на основном пути; сокращенные, под двойным углом крестовины, веерные неконцентрические и концентрические, комбинированные.

Простейшие стрелочные улицы. При расчете простейшей стрелочной улицы под углом крестовины (см. рис. 3.9, а) определяются

а



б

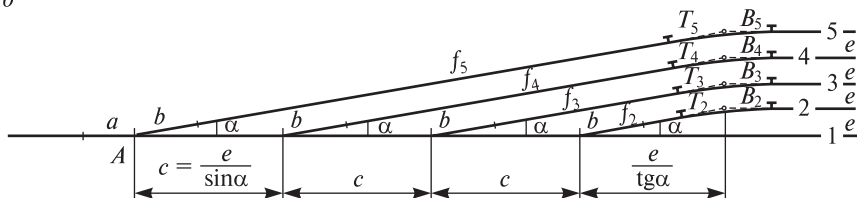


Рис. 3.9. Схемы простейших стрелочных улиц:

расположенной под углом крестовины (а); на основном пути (б); a , b — параметры стрелочных переводов; c — расстояние между центрами стрелочных переводов; e — ширина междупутья; d_1 — прямая вставка между торцом крестовины одного стрелочного перевода и началом рамного рельса другого стрелочного перевода; f — прямая вставка между торцом крестовины и началом кривой; T — тангенс кривой; α — угол крестовины; L_1 — проекция на горизонтальную ось расстояния между центром стрелочного перевода на первом пути улицы и вершиной угла поворота кривой на последнем пути улицы

c, c_1, T , координаты центров стрелочных переводов и вершины угла поворота кривой, проверяется достаточность вставки f для разгонки уширения колеи ($f \geq p$). Значения T, K и f определяют по формулам (3.2) и (3.3). Выражения для определения значений других величин приведены на рис. 3.9, *а*. В расчетах центр первого перевода принимают за начало координат. Проектируя на горизонтальную ось X и вертикальную ось Y известные расстояния определяют координаты x и y центров переводов и вершины B угла поворота:

$$x = \frac{\sum e}{\operatorname{tg} \alpha}; \quad y = \sum e.$$

Координаты вписывают в специальную ведомость координат, расположенную под планом стрелочной улицы (см. рис. 3.9, *а*).

Такой же принцип определения координат центров стрелочных переводов и вершин углов поворота кривых применяют и при проектировании всех других видов стрелочных улиц.

В стрелочной улице, расположенной на основном пути (см. рис. 3.9, *б*), кривые путей 2, 3, 4 и 5 концентричны. При заданном радиусе кривой второго пути R_2 , радиусы кривых в последующих путях увеличиваются на величину e : $R_3 = R_2 + e$; $R_4 = R_2 + 2e$; $R_5 = R_2 + 3e$.

Значения величин T, K и f определяют из выражений (3.2) и (3.3), а координаты центров переводов и вершин углов поворота при известных значениях e, c и α находят по формулам, представленным на рис. 3.9, *б*.

Достоинством простейших улиц является хорошая видимость при выполнении маневровой работы, а недостатком — значительная длина при большом количестве путей. Такие улицы применяют в парках приема и отправления, имеющих до четырех путей. В случае, если основной путь 1 стрелочной улицы является главным, в целях сокращения числа стрелочных переводов на главном пути применяют схему улицы под углом крестовины.

Сокращенные стрелочные улицы. Стрелочная улица этого типа (см. рис. 3.10) имеет более крутой наклон (под углом $\beta > \alpha$) к основному пути (путь 1) за счет укладки кривой после стрелочного перевода 1. При расчете сокращенной стрелочной улицы определяют максимальное значение угла β из зависимости: $\sin \beta = \frac{e}{c}$, где

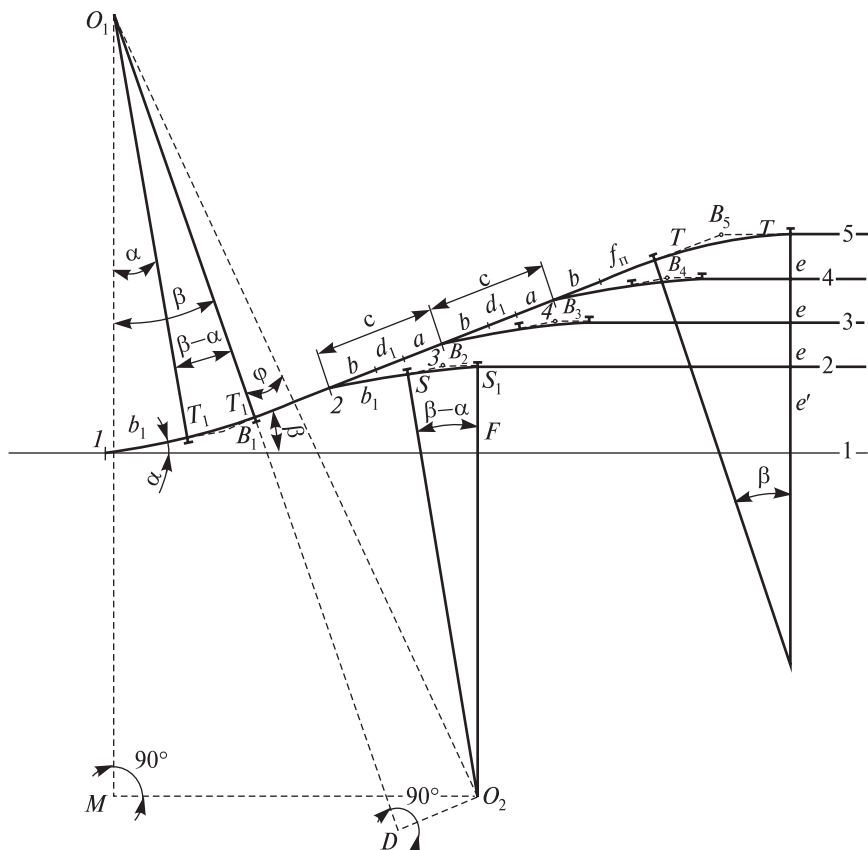


Рис. 3.10. Схема сокращенной стрелочной улицы:

α — угол крестовины; β — угол поворота кривой; φ — вспомогательный угол; e' — величина первого междупутья стрелочной улицы; $a_1 = a + p$, где p — длина прямой вставки для разгонки уширения колеи в кривых при радиусах кривых на станционных путях менее 350 м; R — радиус кривой; (остальные обозначения — см. рис. 3.9)

$c = b + d_1 + a$. Затем находят угол $\beta - \alpha$, значение тангенса T_1 для этого угла и значение тангенса T для угла β :

$$T_1 = R \operatorname{tg} \frac{\beta - \alpha}{2}; \quad T = R \operatorname{tg} \frac{\beta}{2}. \quad (3.15)$$

Необходимую расчетную ширину первого междупутья e' определяют как сумму проекций известных отрезков на вертикальную ось:

$$e' = (b_1 + T_1) \sin \alpha + (T_1 + a_1) \sin \beta + (b_1 + T_1) \sin(\beta - \alpha), \quad (3.16)$$

где $a_1 = a + p$, p — длина прямой вставки для разгонки уширения колеи в кривых при радиусах кривых на станционных путях менее 350 м.

Далее рассчитывают координаты центров переводов и вершин углов поворота:

$$x_{B_1} = (b_1 + T_1) \cos \alpha; \quad y_{B_1} = (b_1 + T_1) \sin \alpha; \quad (3.17)$$

$$x_2 = x_{B_1} + (T_1 + a_1) \cos \beta; \quad y_2 = y_{B_1} + (T_1 + a_1) \sin \beta; \quad (3.18)$$

$$x_{B_5} = x_{B_1} + \frac{\sum e - y_{B_1}}{\operatorname{tg} \beta}; \quad y_{B_5} = \sum e. \quad (3.19)$$

Координаты стрелочных переводов 3, 4 и вершин углов поворота на путях 3, 4 находят добавлением к координатам центра стрелочного перевода 2 проекций на оси X и Y известных отрезков.

Затем проверяют величину вставки f_n из выражения:

$$f_n = \frac{\sum e - y_2}{\sin \beta} - \left(\sum c + b + T \right) \geq p.$$

Достоинством сокращенной стрелочной улицы является меньшая по сравнению с простейшими улицами длина и, следовательно, величина маневровых рейсов, а недостатком — наличие обратных кривых, что создает неудобство при выполнении маневровой работы. Такие улицы целесообразно проектировать на путях общего пользования крупных предприятий и баз, а также грузовых районов станций, где имеются широкие междупутья.

Стрелочная улица под двойным углом крестовины. Стрелочная улица под двойным углом крестовины показана на рис. 3.11. При ее расчете вначале определяют расстояние L_0 между центрами переводов, которое соответствует схеме III попутной укладки:

$$L_0 = b + d + a.$$

Далее определяют расчетную ширину первого междупутья и координаты центра перевода 2:

$$e_1 = 2L_0 \sin \alpha; \quad x_2 = L_0 \cos \alpha; \quad y_2 = L_0 \sin \alpha. \quad (3.20)$$

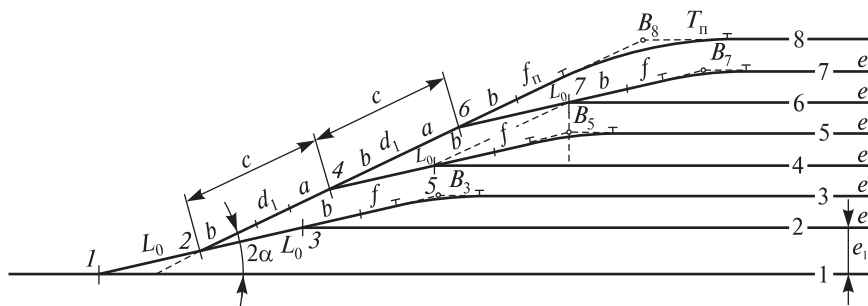


Рис. 3.11. Схема стрелочной улицы под двойным углом крестовины:
 L_0 — расстояние между первым и вторым стрелочными переводами; e_1 — величина первого междупутья стрелочной улицы (остальные обозначения — см. рис. 3.9)

Расстояние c между центрами переводов по улице, наклоненной под углом 2α , определяют из выражения:

$$c = \frac{2e}{\sin 2\alpha}. \quad (3.21)$$

Для определения координат центров других стрелочных переводов и вершин углов поворота используют найденные координаты центра перевода 2, а также известные расстояния c и L_0 . Координаты вершины угла поворота крайнего пути определяют по формулам:

$$x_{B_8} = x_2 + \frac{\sum e - y_2}{\operatorname{tg} 2\alpha}; \quad y_{B_8} = e_1 + \sum e. \quad (3.22)$$

Проверку вставки f_n осуществляют из выражения:

$$f_n = \frac{\sum e - y_2}{\sin 2\alpha} - \left(\sum c + b + T_{\pi} \right), \quad (3.23)$$

где T_{π} — тангенс кривой на крайнем пути, $T_{\pi} = R \operatorname{tg} \alpha$.

Достоинством стрелочной улицы под двойным углом крестовины является сокращение длины стрелочной зоны. Она применяется преимущественно в горловинах приемо-отправочных парков станций, имеющих более четырех путей.

Веерные стрелочные улицы. Веерные стрелочные улицы имеют ось в виде ломаной линии. Угол направления ее меняется после

примыкания каждого следующего пути. Существуют два вида веерных улиц: неконцентрические (см. рис. 3.12, *а*) и концентрические (см. рис. 3.12, *б*).

При расчете неконцентрической веерной стрелочной улицы известны: расстояние между осями путей e , радиус сопрягающей кривой R , расстояние между центрами переводов L_0 . Необходимо определить координаты центров переводов и вершин углов поворота, применяя рассмотренный выше метод проекций на оси X и Y .

Приняв за начало координат центр стрелочного перевода I будем иметь:

$$x_2 = L_0 \cos 3\alpha; \quad y_2 = L_0 \sin 3\alpha;$$

$$x_3 = x_2 + L_0 \cos 2\alpha; \quad y_3 = y_2 + L_0 \sin 2\alpha;$$

$$x_4 = x_3 + L_0 \cos \alpha; \quad y_4 = y_3 + L_0 \sin \alpha;$$

$$x_{B_2} = x_4 + \frac{e}{\operatorname{tg} \alpha}; \quad y_{B_2} = y_4 + e \text{ и т.д.}$$

$$f_3 = \frac{y_{B_3} - y_3}{\sin 2\alpha} - (b + T_3) \text{ и т.д.}$$

При укладке неконцентрической улицы с постоянным радиусом кривых междупутья в голове парка уширяют, вызывая увеличение объема земляных работ. Для устранения этого недостатка можно увеличивать радиусы кривых на каждом последующем пути.

В концентрических веерных стрелочных улицах (см. рис. 3.12, *б*) кривые участки концентричны и начинаются в одном створе. Радиус кривой на пути 2 принимают не менее 300 м, а для каждого последующего пути он увеличивается на величину e .

При расчете такой стрелочной улицы, кроме координат центров переводов и вершин углов поворота, также определяют величины вставок d и f . При этом минимальное значение вставки d должно соответствовать требованиям схемы попутной укладки стрелочных переводов, рассмотренных в п. 3.2 настоящей главы.

Недостатком веерной концентрической улицы является изменение величины вставки d и, как следствие, появление рубок переменной длины при попутной укладке переводов.

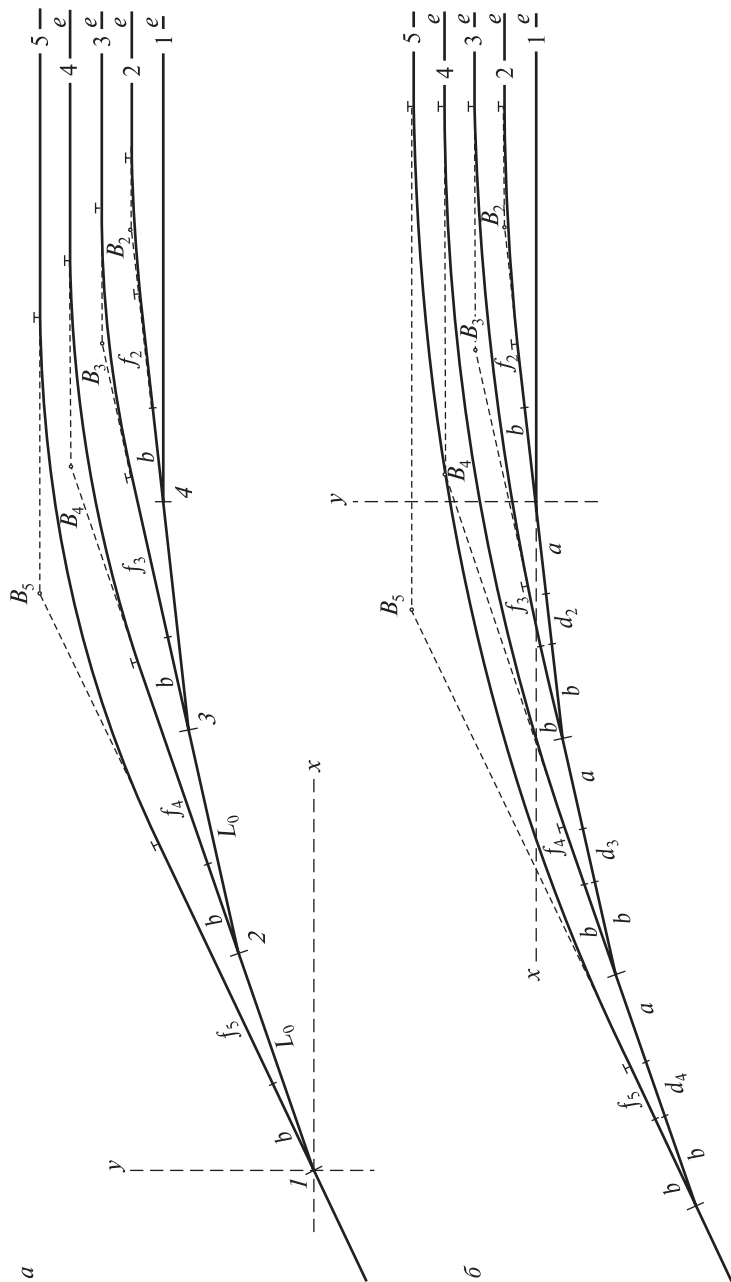


Рис. 3.12. Схемы вверных стрелочных улиц:

L_0 — расстояние между центрами стрелочных переходов; e — величина междупутья стрелочной улицы; f_2, f_3, f_4, f_5 — прямые вставки между торцом крестовины и началом кривой соответствующего пути; d_2, d_3, d_4 — прямая вставка между торцом крестовины одного стрелочного перехода и началом рамного рельса другого стрелочного перехода на соответствующем пути

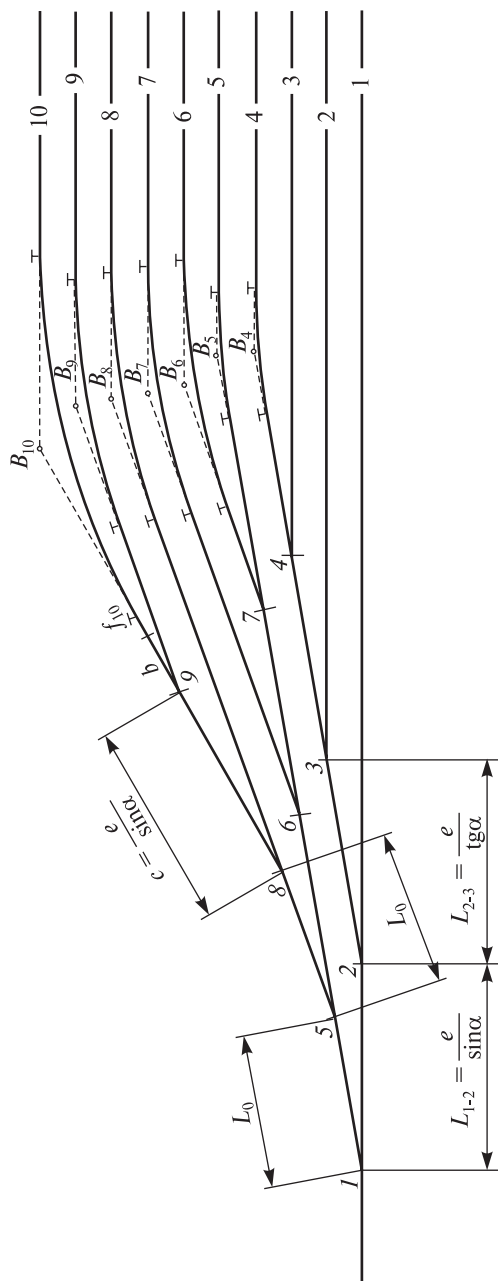


Рис. 3.13. Схема комбинированной стрелочной улицы:
 L_0 — расстояние между стрелочными переходами 1 и 5, 2 и 3; e — величина междупутья стрелочной улицы
(остальные обозначения — см. рис. 3.9)

Веерные улицы применяют в случае необходимости выхода на основной путь, расположенный к парку под углом более двойного угла крестовины, а также для крайних пучков больших парков.

Комбинированные стрелочные улицы. Комбинированные стрелочные улицы (см. рис. 3.13) устраивают при большом числе путей в парках. Они представляют собой различные комбинации простейших улиц с увеличением угла наклона к основному пути. Расчет координат центров переводов этих улиц осуществляется в порядке, который рассмотрен выше.

3.5. Глухие пересечения, сплетение и совмещение путей

Глухие пересечения применяют при отсутствии необходимости перехода подвижного состава с одного пути на другой. В глухом пересечении (см. рис. 3.14) имеются две острые и две тупые крестовины с контррельсами. Наиболее распространены стандартные глухие пересечения марок 2/11, 2/9, 2/6, у которых угол пересечения равен двойному углу крестовины обыкновенного или симметричного стрелочного перевода. Такие глухие пересечения используют для укладки перекрестных съездов. Встречаются также глухие пересечения под углами 30, 45, 60 и 90°.

Сплетение путей (см. рис. 3.15) устраивают в случае, когда на участке двухпутной линии при ремонте искусственных сооружений необходимо перейти на однопутное движение, не укладывая стрелочных переводов. Сплетение путей также применяется на пограничных станциях для совмещения колеи отечественных железных дорог 1520 мм и западноевропейской колеи 1435 мм.

Расстояние между рабочими гранями сближенных рельсов K зависит от типа рельсов и способа укладки (без подкладок или на подкладках, уложенных вплотную), определяется по Справочнику по разбивке и укладке соединений, пересечений и сплетений путей.

При одинаковой ширине колеи расстояние между осями смещенных путей g равно K . Прямая вставка n должна быть не менее длины h переднего вылета крестовины

$$n = \frac{S - K}{\sin \alpha} - R_2 \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} \geq h.$$

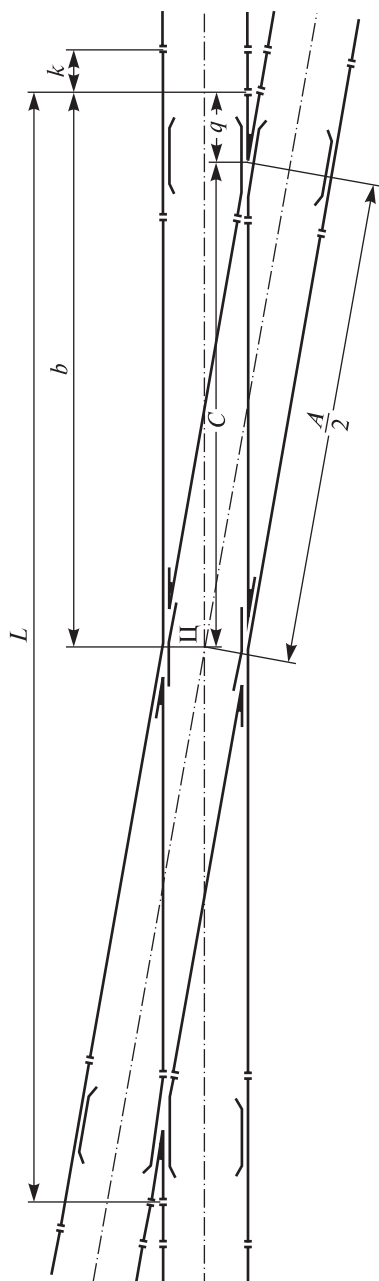


Рис. 3.14. Схема глухого пересечения:

Ψ — центр глухого пересечения; L — длина глухого пересечения; b — расстояние от центра перехода до хвоста крестовины; q — расстояние от математического центра крестовины до ее торца; k — длина пригоночного рельса от торца крестовины до ближайшего стыка; A — расстояние между математическими центрами крестовин глухого пересечения; C — расстояние от центра глухого пересечения до математического центра крестовины

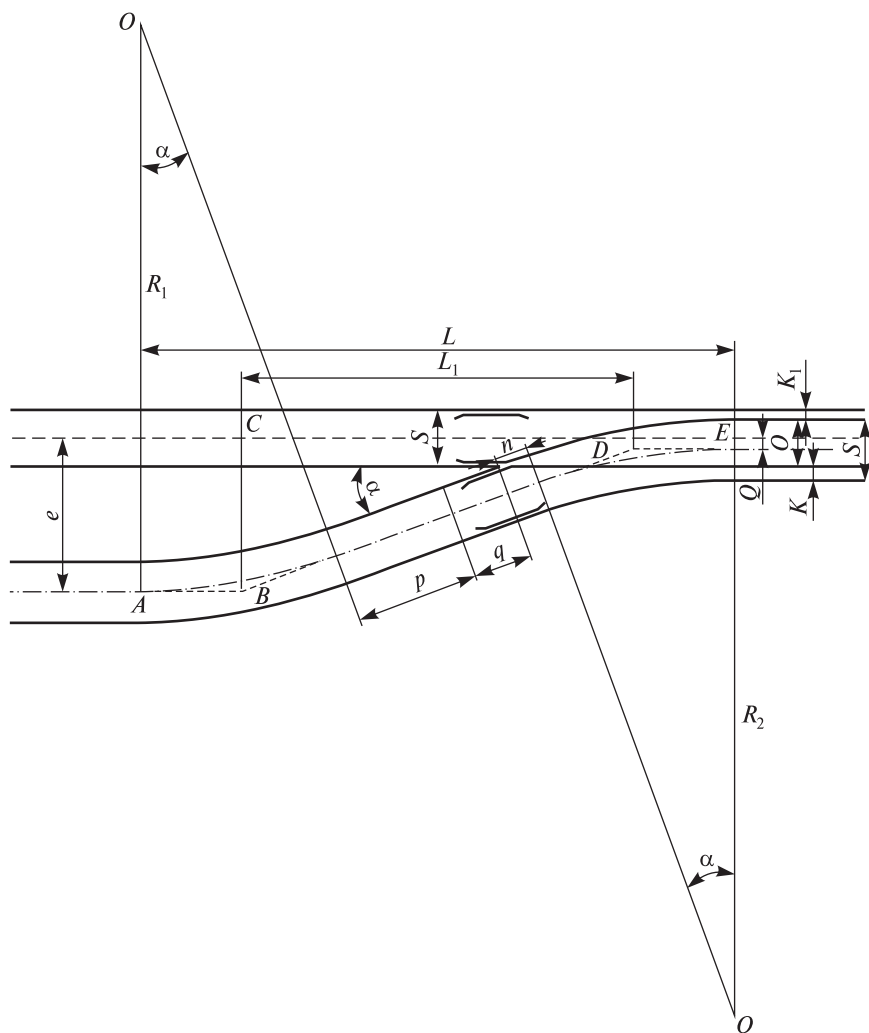
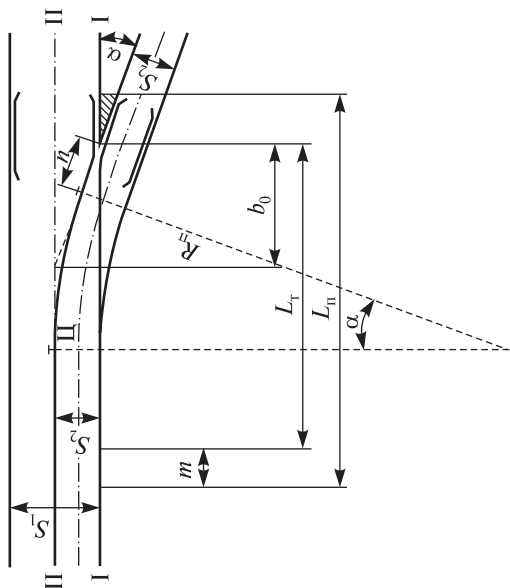


Рис. 3.15. Схема сплетения путей:

L — длина сплетения путей; L_1 — проекция расстояния между вершинами углов поворота обратных кривых на горизонтальную ось; p — расстояние от конца кривой до торца крестовины; S — ширина колеи; e — величина междупутья; Q — расстояние между осями смещенных путей; n — прямая вставка между математическим центром крестовины и началом кривой; q — расстояние от математического центра крестовины до ее торца; p — расстояние от торца крестовины до начала кривой; K, K_1 — расстояния между нитями смещенных путей; O — расстояние между нитями сплетения путей

a



б

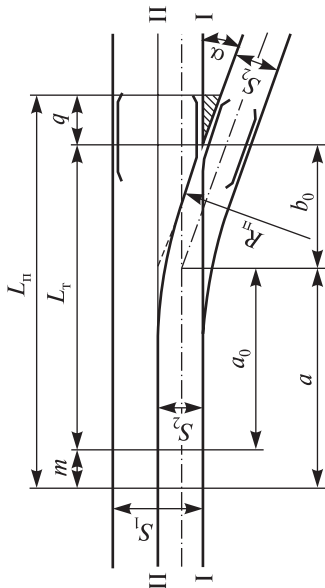


Рис. 3.16. Совмещение путей широкой и узкой колеи:
 движение по узкой колее происходит только на отклонение (*a*); движение по узкой колее происходит как по прямому направлению, так и на отклонение (*б*); L_r — длина совмещения путей; a , a_0 , b , b_0 , m , q — параметры стрелочных переводов; S_1 , S_2 — величины междупутий совмещаемых путей; n — прямая вставка между математическим центром крестовины и началом кривой

Длина сплетения при заданных радиусах кривых R_1 и R_2 , угле крестовины α и расстоянии между осями путей e определяют следующим образом:

$$L = L_1 + R_1 \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} + R_2 \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} = \frac{e - Q}{\operatorname{tg} \alpha} + (R_1 + R_2) \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}.$$

Сплетение путей колеи 1520 и 1435 мм рассчитывают так же, но расстояние между осями смещенных путей Q будет больше K .

Совмещение путей (см. рис. 3.16) колеи 1520 мм и узкой колеи на одном земляном полотне применяют при подходе этих путей к общим местам погрузки-выгрузки для сокращения затрат на сооружение и содержание пути.

Применяют два основных случая совмещения на трех нитках двух путей разной колеи. В первом случае, когда движение по узкой колее происходит только на отклонение (см. рис. 3.16, *а*), для пути с узкой колеей укладывают крестовину и один остряк. В другом случае (см. рис. 3.16, *б*) укладывают стрелочный перевод, позволяющий двигаться по узкой колее, как по прямому направлению, так и на ответвление.

В обоих случаях длина совмещения равна полной длине стрелочного перевода узкой колеи L_{Π} .

3.6. Параллельное смещение (раздвижка) путей

На отдельных пунктах при необходимости уширения междупутья (для размещения пассажирских платформ или при переходе от междупутья 4,1 м на перегоне к междупутью 5,3 м на станции) применяют *раздвижку путей* (см. рис. 3.17) с параллельным смещением одного из них.

При раздвижке главных путей радиусы кривых принимают от 1000 до 4000 м в зависимости от категории линии. При этом между прямыми участками пути и круговыми кривыми устраивают переходные кривые (см. рис. 3.18). Параметры переходных кривых принимают по нормам и техническим условиям, а длина прямых вставок между ними принимается 75 м (при скоростном движении — 150 м).

При раздвижке станционных путей, по которым обращаются организованные поезда, прямые вставки между концами обращенных в разные стороны кривых должны быть длиной не менее 15 м.

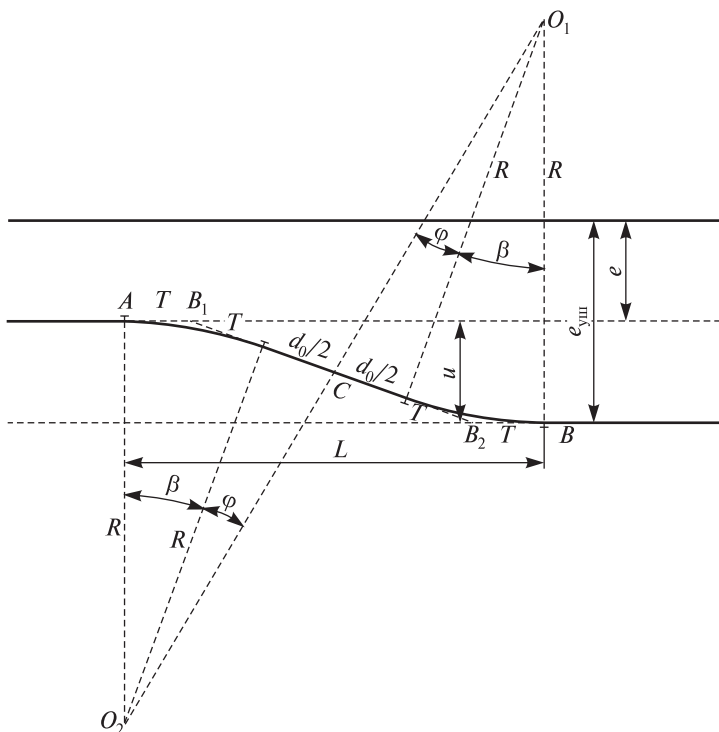


Рис. 3.17. Параллельное смещение (раздвижка) путей:

L — длина раздвижки путей; u — смещение (уширение) путей; e — нормальное междупутье; $e_{\text{уш}}$ — уширенное междупутье; T — тангенс кривой; R — радиус кривой; d_0 — прямая вставка между обратными кривыми; β — угол поворота кривой; φ — вспомогательный угол

В случае раздвижки прочих путей прямая вставка может не предусматриваться.

При расчете параллельного смещения путей на величину u задаются величинами вставки d_0 и радиуса кривой R . Расчету подлежат угол кривой β , ее элементы T , K и общая длина параллельного смещения L .

Проектируя на вертикальную ось контур AO_2CO_1B (см. рис. 3.17) получаем:

$$O_1O_2 \cos(\beta + \varphi) = 2R - u,$$

где $O_1O_2 = \frac{2R}{\cos \varphi}$; $\operatorname{tg} \varphi = \frac{d_0}{2R}$.

Тогда $\cos(\beta + \varphi) = \frac{2R - u}{2R} \cos \varphi$.

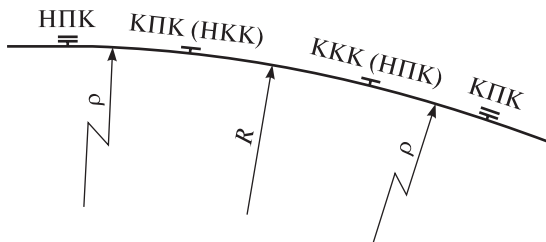


Рис. 3.18. Схема переходной кривой:

НПК — начало переходной кривой; КПК — конец переходной кривой; НКК — начало круговой кривой; КKK — конец круговой кривой; R — радиус круговой кривой; r — радиус переходной кривой, $\infty \leq r \leq R$

Определив угол β находим значения T , K и L :

$$T = R \operatorname{tg} \frac{\beta}{2}; \quad K = \frac{\pi R \beta}{180}; \quad L = 2T + (2T + d_0) \cos \beta.$$

Контрольные вопросы

1. Дайте классификацию стрелочных переводов и условия их применения.
2. Приведите основные случаи взаимного расположения смежных стрелочных переводов на одном пути.
3. Укажите виды соединения двух параллельных путей и условия их применения.
4. Приведите расчет конечного несокращенного соединения двух путей.
5. Что представляют собой обычный несокращенный, перекрестный и сокращенный съезды?
6. В чем заключается расчет съезда?
7. Дайте определение стрелочных улиц и их классификацию.
8. В чем заключается расчет стрелочной улицы по их видам?
9. В каких случаях применяется раздвижка путей?
10. Каковы принципы расчета параллельного смещения путей?

Глава 4. ДЛИНА ПУТЕЙ. ПАРКИ ПУТЕЙ И ГОРЛОВИНЫ

4.1. Понятие о полной, строительной и полезной длине путей

Пути, уложенные на отдельных пунктах, характеризуются полной, строительной и полезной длиной.

Полная длина сквозного пути (имеющего выход в обоих направлениях) определяется расстоянием между остряками стрелочных переводов, ограничивающих путь, тупикового — от остряка стрелочного перевода до упора. Общая полная длина путей подсчитывается для того, чтобы определить потребность в материалах для верхнего строения пути при строительстве.

Под *строительной длиной* понимается протяжение укладки каждого пути за вычетом длины расположенных в пределах его полной длины стрелочных переводов, поскольку стоимость укладки стрелочных переводов определяется отдельно.

Полезная длина пути составляет часть полной длины железнодорожного пути, в пределах которой устанавливается подвижной состав, не нарушая безопасности движения поездов по соседним путям, и ограниченная (см. рис. 4.1):

- при наличии светофоров и электрической изоляции железнодорожного пути — с одной стороны выходным (маршрутным, маневровым) светофором, с другой — изолирующим стыком путевого участка рельсовой цепи;
- при наличии светофоров и отсутствии электрической изоляции железнодорожного пути — с одной стороны светофором, с другой — предельным столбиком;
- при отсутствии светофоров и электрической изоляции железнодорожного пути — предельными столбиками с обеих сторон.

Если путь используется для поездов как нечетного, так и четного направлений движения, то его полезная длина определяется отдельно для каждого направления.

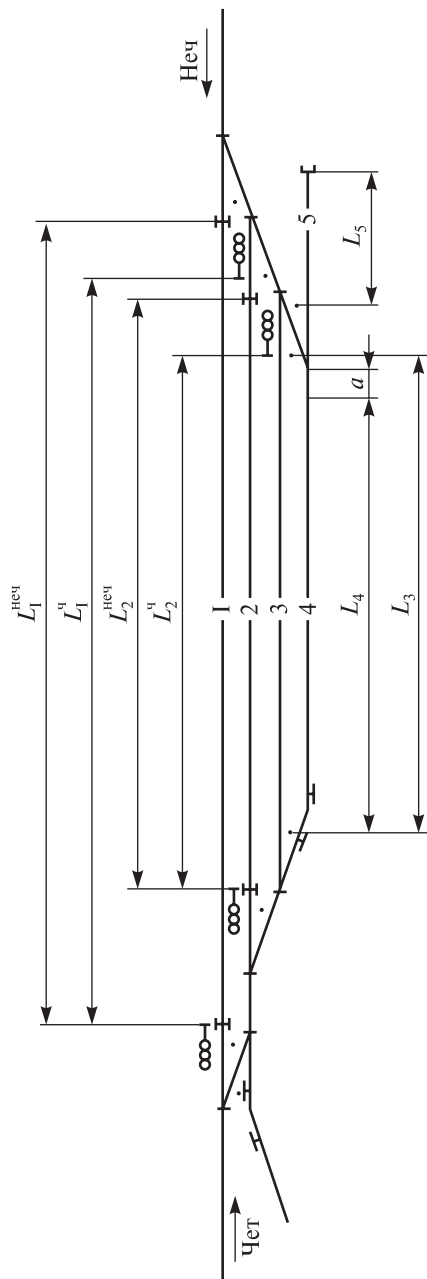


Рис. 4.1. Схема определения полезной длины путей:
 $L^ч$, $L^{неч}$ — полезная длина соответствующего пути в четном и нечетном направлениях; a — расстояние от стыка
рамного рельса до центра стрелочного перевода

По полезной длине рассчитывается емкость путей станции. Значение данного показателя в современных условиях полной приватизации вагонных парков и их массовым простоем на предпогрузочных станциях является крайне важным для эффективной работы станций. Число вагонов, которое можно разместить на одном пути, равно

$$m_{\text{в}} = (L_{\text{п}} - l_{\text{л}}) / l_{\text{в}}, \quad (4.1)$$

где $L_{\text{п}}$ — полезная длина пути, м; $l_{\text{л}}$ — длина пути, занимаемая локомотивом, м; $l_{\text{в}}$ — длина вагона, м.

Полезная длина приемо-отправочных путей для грузового движения устанавливается на десятый год эксплуатации с учетом унификации полезной длины путей на прилегающих направлениях: минимальное значение принимается равным 850 или 1050 м, а для длинносоставных поездов, при технико-экономическом обосновании — 1700 или 2100 м.

В пределах участков двойной тяги полезная длина приемо-отправочных путей увеличивается на 30 м с учетом постановки второго локомотива.

Полезная длина приемо-отправочных путей для составов, передаваемых на грузовые станции (районы) и промышленные предприятия маневровым порядком, устанавливается проектом и должна соответствовать требованиям отправительской и технической маршрутизации.

Полезную длину вытяжных путей на сортировочных, участковых, грузовых и пассажирских технических станциях устанавливают из расчета размещения на них состава поезда полной длины. На промежуточных, а также в трудных условиях на участковых и сортировочных станциях ее проектируют не менее половины длины состава поезда плюс длина локомотива.

Полезную длину прочих вытяжных путей на грузовых, пассажирских технических и других станциях, а также на погрузочно-выгрузочных пунктах следует устанавливать в соответствии с длиной подаваемых составов или групп вагонов, включая длину локомотива. Во всех случаях следует учитывать неточность установки состава и увеличивать длину вытяжного пути не менее чем на 10 м.

Полезная длина путей для стоянки восстановительного и пожарного поездов принимается для поездов I категории — 400 м, а для поездов II категории — 300 м.

Длину улавливающих тупиков определяют расчетом, а полезная длина предохранительных тупиков должна быть не менее 50 м.

Полезную длину прочих станционных путей следует устанавливать в зависимости от числа вагонов или длины состава, намечаемого к постановке на этих путях, с учетом возможности выполнения необходимых маневров, при которых потребуется временное занятие этих путей другими вагонами.

4.2. Определение расстояний до предельных столбиков и светофоров

Для обозначения границы, в пределах которой может находиться подвижной состав, не нарушая безопасности движения по соседнему пути, предусматриваются специальные сигнальные знаки — предельные столбики. Они устанавливаются для путей станции (кроме приемо-отправочных, оборудованных электрическими рельсовыми цепями) посередине междупутья со стороны крестовины стрелочного перевода, где расстояние между осями расходящихся путей равно 4,1 м.

Расстояние от центра перевода до предельного столбика, установленного между двумя расходящимися прямыми путями, находится по формуле:

$$l_{\text{пр}} = p \operatorname{ctg} \frac{\alpha}{2} \quad \text{или округленно} \quad l_{\text{пр}} = 4,1 \operatorname{ctg} \alpha, \quad (4.2)$$

где p — расстояние от предельного столбика до оси прямого пути, $p = 2,05$ м; α — угол крестовины стрелочного перевода.

В случаях когда после разветвления пути идут параллельно друг другу и один из путей имеет кривую, расстояние от оси кривого пути до предельного столбика составляет $p + \Delta$, где Δ — увеличение габаритного расстояния до сооружений, расположенных с внутренней стороны кривых (см. рис. 4.2, а). При радиусе кривой $R = 200$ м $\Delta = 0,18$ м, при $R = 300$ м — $\Delta = 0,12$ м.

При наличии кривых участков пути место установки предельного столбика определяется расчетом. В этом случае расстояние от предельного столбика до центра перевода $l_{\text{пр}}$ зависит не только от марки крестовины, но и от ширины междупутья и радиуса кривой:

$$l_{\text{пр}} = e \operatorname{ctg} \alpha + T - (R - e + p) \operatorname{tg} \beta, \quad (4.3)$$

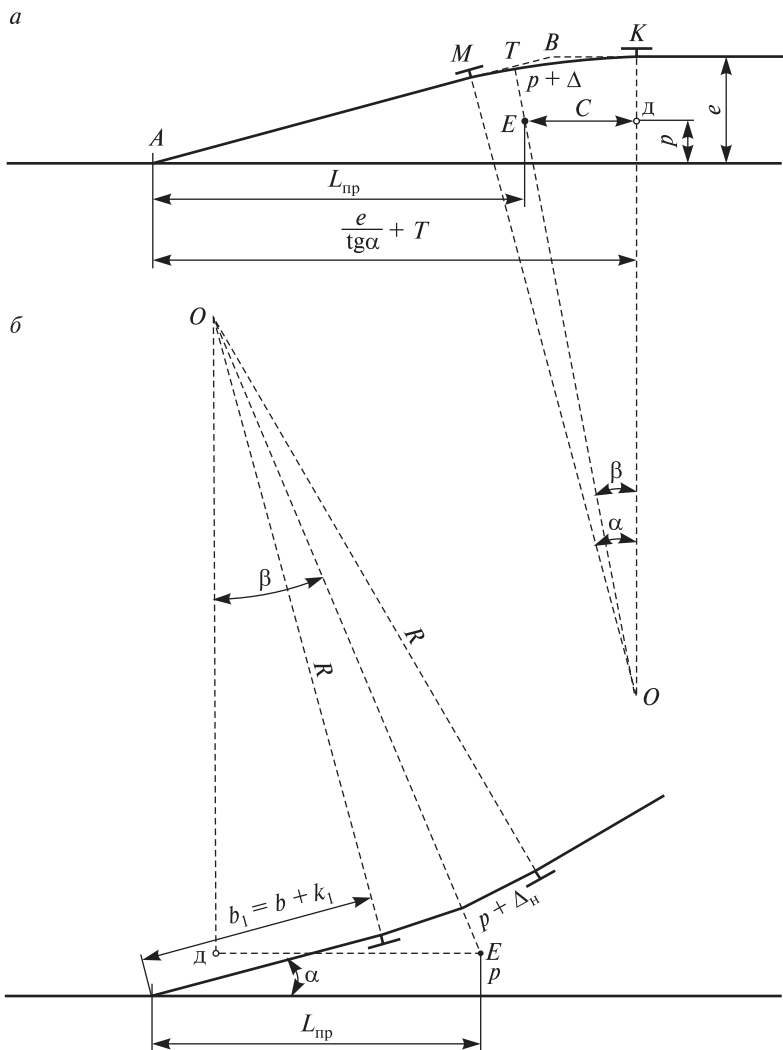


Рис. 4.2. Схемы установки предельных столбиков:
с внутренней стороны кривой (а); с наружной стороны кривой (б); $l_{пр}$ — про-
екция на горизонтальную ось расстояния от центра стрелочного перевода до
предельного столбика; p — расстояние от оси пути до предельного столбика на
прямом участке пути; $p + \Delta$ расстояние от оси пути до предельного столбика в
пределах кривой; e — величина междупутья; T — тангенс кривой; R — радиус
кривой; α — угол крестовины

где e — ширина междупутья, м; T — тангенс кривой, м; R — радиус кривой, м.

Значение угла β при $e > 2p + \Delta$ определяется из выражения:

$$\cos \beta = \frac{R - e + p}{R - p - \Delta}. \quad (4.4)$$

В случае, показанном на рис. 4.2, $\bar{b}$, расстояние от центра стрелочного перевода до предельного столбика определяется из выражения:

$$l_{\text{пр}} = b_1 \cdot \cos \alpha - R \cdot \sin \alpha (R + p + \Delta_{\text{н}}) \sin \beta, \quad (4.5)$$

где b_1 — расстояние от центра стрелочного перевода до начала закрестовинной кривой по боковому пути (определяется по табл. 4.1); $\Delta_{\text{н}}$ — увеличение габаритного расстояния до сооружений, расположенных с наружной стороны кривых, $\Delta_{\text{н}} = \Delta$.

Величину угла β находят из выражения:

$$\cos \beta = \frac{R \cos \alpha + b_1 \sin \alpha - p}{R + p + \Delta_{\text{н}}}. \quad (4.6)$$

Таблица 4.1

Значения расстояний от центра стрелочного перевода до начала закрестовинной кривой по боковому пути

Обозначение элемента	Р65		Р50	
	1/11	1/9	1/11	1/9
b_1 , м	25,47	23,97	25,22	23,70

На приемо-отправочных путях, оборудованных электрическими рельсовыми цепями, на расстоянии 3,5 м за предельным столбиком должны размещаться изолирующие стыки. В целях применения стандартных вставок (12,5 м и 6,25 м) на участке пути от торца крестовины до изолирующего стыка, можно увеличивать расстояние от центра перевода до предельного столбика по сравнению с расчетным по условиям габарита приближения строений.

Для обеспечения безопасности и регулирования поездного и маневрового движения в пределах станции устанавливаются специальные сигналы: *входные, проходные, маршрутные, выходные, предупредительные* и др. Сигналы устанавливаются с правой стороны по направлению движения или над осью пути. Схемы расположе-

ния выходных, маневровых и маршрутных сигналов относительно центра стрелочного перевода и предельных столбиков приведены на рис. 4.3.

Возможны три случая установки сигналов (обозначены цифрами на рис. 4.3):

1. Предельный столбик, ограничивающий длину данного пути, находится в одном междупутье с выходным сигналом с этого пути. Расстояние от центра перевода до сигнала определяется таким же способом, как и до предельного столбика, но значение p принимается половине междупутья, допускающего установку данного сигнала;

2. Сигнал, находящийся в разных междупутьях с предельным столбиком для данного пути или снаружи от крайнего пути, устанавливаются в створе с изолирующим стыком, т.е. на расстоянии 3,5 м за предельным столбиком;

3. Сигнал, за которым уложен противошерстный стрелочный перевод, может быть установлен в створе со стыком рамного рельса, т.е. на расстоянии a от центра перевода.

Входные сигналы при тепловозной тяге устанавливаются на расстоянии не менее 50 м от остряка первого по ходу встречного стрелочного перевода и от предельного столбика, если первый стрелочный перевод пошерстный. На электрифицированных линиях входные сигналы удаляются от первого стрелочного перевода на

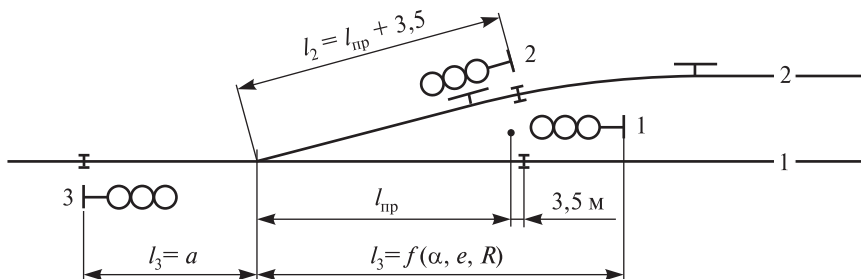


Рис. 4.3. Схема установки сигналов относительно центра стрелочного перевода:

l_1, l_2, l_3 — расстояния от центра стрелочного перевода до предельного столбика для соответствующего случая; $l_{пр}$ — проекция на горизонтальную ось расстояния от центра стрелочного перевода до предельного столбика

300 м с учетом воздушного промежутка, отделяющего контактную сеть перегона от контактной сети станции.

Входные сигналы определяют границы станции на однопутных линиях. На двухпутных линиях границы станций устанавливают отдельно по каждому главному пути. Со стороны прибытия поездов границей станции является входной сигнал, а со стороны отправления — сигнальный знак «Граница станции», установленный на расстоянии 50 м за последним выходным стрелочным переводом.

Если последний стрелочный перевод уложен крестовиной в сторону перегона, расстояние 50 м отмеряется от предельного столбика.

4.3. Парки путей, их виды и сферы рационального применения

Парком называется группа путей одинакового назначения, объединенная общими стрелочными улицами. Различают парки приема, отправления, сортировочные, стоянки пассажирских составов и др. Пути парков могут иметь неодинаковую полезную длину, причем если парк служит для приема-отправления поездов, то наиболее короткий путь должен иметь установленную норму полезной длины для данной станции, а другие пути могут быть длиннее по конструктивным условиям.

Формы парков зависят от числа примыкающих к горловинам путей (главных, соединительных, вытяжных) и конструкции стрелочных улиц. На рис. 4.4 показаны основные формы парков с наличием только одного пути на входе в горловину и применением простейших стрелочных улиц.

Парк, имеющий форму трапеции (см. рис. 4.4, *а*) удобен тем, что на основном пути 1 уложено всего два стрелочных перевода и все пути прямые, что обеспечивает хороший обзор составов из кабины локомотива и хорошую видимость выходных и маневровых светов, однако длина путей по мере приближения к основному пути существенно возрастает. Это приводит к излишкам полезной длины путей против нормы. Поэтому парки в форме трапеции применяют только при небольшом числе путей (до трех-четырех).

Парк-параллелограмм (см. рис. 4.4, *б*) обеспечивает одинаковую длину путей, кроме крайних, которые длиннее остальных на величину eN (где N — знаменатель марки крестовины стрелочного

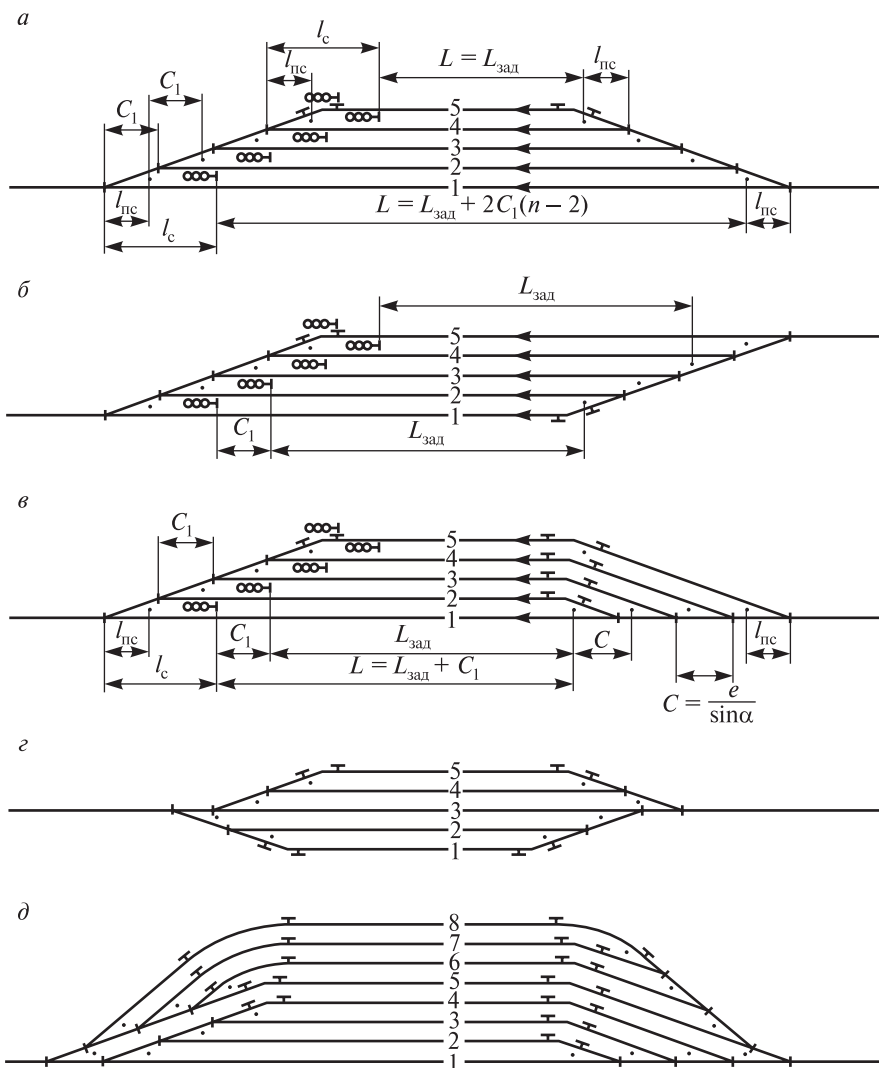


Рис. 4.4. Основные формы парков станций:

парк-трапеция (а); парк-параллелограмм (б); парк-трапециод (в); парк-рыбка (г); парк комбинированной формы (д); $L_{\text{зад}}$ — заданная полезная длина пути; L — полезная длина пути; $l_{\text{пс}}$ — проекция на горизонтальную ось расстояния от центра стрелочного перевода до предельного столбика; l_c — проекция на горизонтальную ось расстояния от центра стрелочного перевода до сигнала; C_1 — проекция на горизонтальную ось расстояния от центров смежных стрелочных переводов на стрелочных улицах

перевода), однако основной путь не является прямым. В виде параллелограмма сооружают технические парки и парки для отстоя пассажирских составов.

Парк-трапециод (см. рис. 4.4, *в*) имеет с одной стороны стрелочную улицу под углом крестовины α , а с другой — стрелочную улицу на основном пути. Он по длине путей соответствует парку-параллелограмму, но основной путь является прямым, хотя на нем уложено несколько стрелочных переводов.

Парк-рыбка (см. рис. 4.4, *г*) представляет собой сочетание двух трапеций, расположенных по обе стороны от основного пути, и при большом числе путей обеспечивает более компактное расположение стрелочных переводов.

На рис. 4.4, *д* показан парк комбинированной формы, образованный из двух трапециодов.

Устраиваются также парки, в горловине которых уложены стрелочные улицы под углом 2α , веерные стрелочные улицы, пучкообразные и т.д. Встречаются тупиковые парки, пути которых заканчиваются упорами.

При большом числе путей выбирают такое сочетание стрелочных улиц, которое дает наиболее короткую горловину парка, т.е. наименьшее расстояние от входного стрелочного перевода до самого отдаленного предельного столбика, чтобы получить короткие рейсы при заездах с одного пути на другой и обеспечить хорошую видимость. Поэтому в парках, где выполняется большой объем маневровой работы, избегают укладывать стрелочные улицы с большим числом стрелочных переводов. От входного стрелочного перевода парка до любого пути их должно быть не более пяти-шести.

4.4. Понятия о горловинах станций и общие требования к ним

Горловиной станции называется зона, в которой уложены стрелочные переводы, соединяющие пути и парки между собой, а также с главными, вытяжными и ходовыми путями для локомотивов. К горловинам станций могут также примыкать соединительные пути и пути необщего пользования.

Горловины обеспечивают выполнение операций, связанных с приемом, отправлением, безостановочным пропуском поездов, а

также все маневровые передвижения и относятся к основному структурному элементу станций.

Рациональная конструкция горловины должна обеспечивать:

- безопасность движения поездов и маневровой работы, что достигается соблюдением габаритных расстояний, расстановкой предельных столбиков и светофоров, изоляцией поездных передвижений от маневровой работы, электрической централизацией стрелок и сигналов, обеспечивающей контроль положения и занятости путей и стрелочных переводов;

- необходимую пропускную способность, которая обеспечивается секционированием путей, в том числе укладкой параллельных стрелочных улиц, которые дают возможность одновременного выполнения нескольких операций на параллельных маршрутах: прием и отправление поездов, передвижение маневровых составов, подача вагонов на пути необщего пользования и др. В приведенной на рис. 4.5 схеме горловины возможно одновременное выполнение четырех передвижений: отправление поездов с путей 5—9, прием поездов на пути 4—8, производство маневров на вытяжном пути 13 и сортировочных путях 10—12, а также на пути 14 и путях I, 3, 15, 16;

- компактность размещения стрелочных переводов, т.е. минимальную длину. Выполнение этого требования обеспечивает меньшие затраты на укладку и содержание путей, меньшее время занятия горловины при приеме, отправлении поездов и маневровых передвижениях, а следовательно большую пропускную способность. При большом числе путей соблюдение этого требования достигается применением сокращенных и комбинированных стрелочных улиц;

- обеспечение необходимых технологических связей: выхода на главные и вытяжные пути со всех путей без обратных заездов, возможности приема маршрутов на пути необщего пользования и отправления их в обратном направлении, выхода на вытяжные пути без занятия главных путей и др.;

- укладку минимального числа стрелочных переводов на главных путях, что обеспечивает меньшую вероятность ограничений скорости движения поездов из-за износа и неисправностей переводов;

- учет требований электрификации, связанных с креплением воздушных стрелок, которые образуют сходящиеся над стрелочными

переводами контактные провода. Для удержания проводов воздушной стрелки они крепятся к фиксаторам, которые размещаются на ригелях гибких поперечин или специальных (фиксирующих) опорах. Чтобы уменьшить количество фиксирующих опор в горловинах, необходимо стрелочные переводы одинаковых марок укладывать по возможности в створе; при этом расстояние C от центров стрелочных переводов до места фиксации (см. рис. 4.6) не должно превышать для переводов марки 1/18 — 10,5 м, марки 1/11 — 7,5 м, марки 1/9 — 6 м и марки 1/6 — 3,5 м.

Особое внимание при проектировании горловин необходимо уделять рациональному *секционированию путей*. Секцией называется группа путей, передвижение по которым с занятием горловины возможно одновременно с передвижениями по соседним путям. Пример секционирования путей в горловине показан на рис. 4.7. Сплошными линиями показан исходный вариант, при котором в горловине имеется 4 секции: пути 7 и 9; пути 3 и I; путь II; пути 4—10. Штриховыми линиями показаны варианты деления секции путей 4—10 на две — 4, 6 и 8, 10 с укладкой съезда между путями II и 4 (вариант 1) или соединением выхода на пути необщего пользования со стрелочной улицей, ведущей на пути 8, 10 (вариант 2). Эффективность секционирования путей определяется сравнением затрат на укладку и содержание дополнительных соединений (съездов) с экономией от снижения простоев подвижного состава из-за ожидания освобождения маршрутов.

Число путей, объединяемых в одну секцию, зависит от количества и характера операций, выполняемых в горловине. В частности, на пассажирских станциях в перронных парках каждый путь должен быть отдельной секцией для возможности параллельного приема и отправления поездов с каждой пары смежных путей. На участковых и сортировочных станциях в тех горловинах, где производится смена поездных локомотивов или заезды маневровых локомотивов для вытягивания составов на вытяжной путь или надвига на горку, число путей в секции принимается от двух до четырех. В хвостовых горловинах приемо-отправочных парков участковых станций число путей в секции увеличивается до шести—восьми, поскольку в этих горловинах происходит только прием поездов.

Важнейшими частями горловин (см. рис. 4.8) являются: *подход к горловине* — пути (главные, ходовые, вытяжные и др.), которые

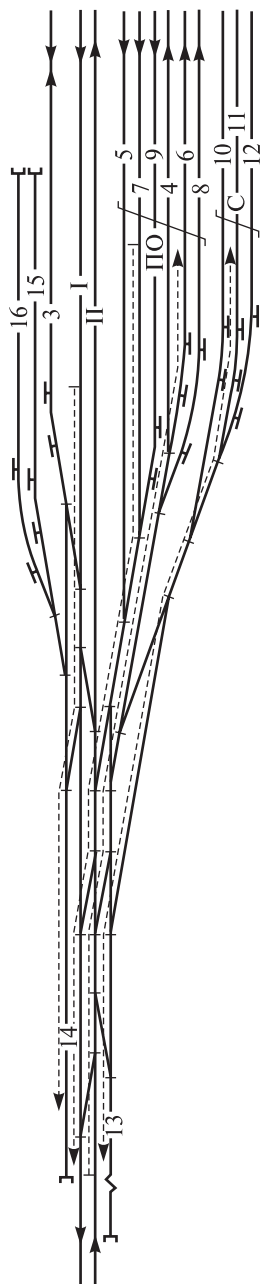


Рис. 4.5. Пример схемы стационной горловины:
ПО — прямо-отправочные пути; С — сортировочные пути

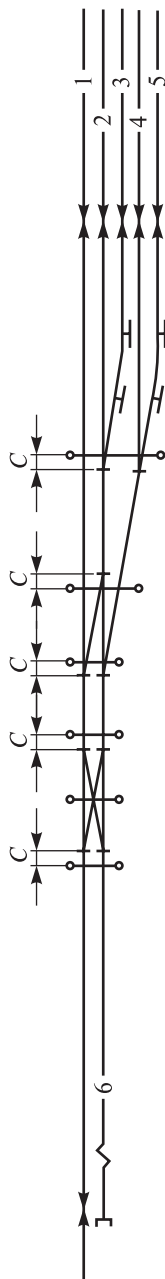


Рис. 4.6. Схема горловины с расстановкой опор контактной сети:
C — расстояние от центров стрелочных переводов до места фиксирующих опор

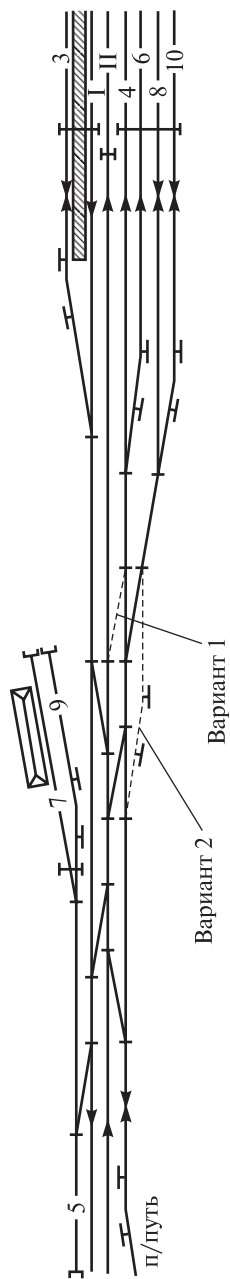


Рис. 4.7. Схема горловины с секционированием путей: п/путь — подъездной путь предприятия (пути необходимого пользования)

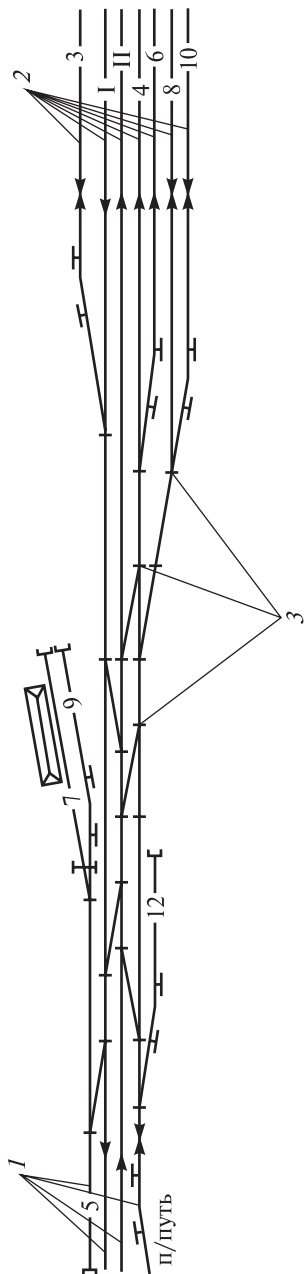


Рис. 4.8. Схема горловины с обозначением ее частей:
1 — подходы; 2 — парковые элементы; 3 — элементы горловины

подключаются к другим элементам станции; *парковый элемент* — отдельный путь или группа путей с выходом в горловину через общий стрелочный перевод; *элемент горловины* — стрелочный перевод или группа стрелочных переводов, соединительные пути или их комбинации, объединенные общими технологическими функциями, *маршрут* — последовательность элементов горловины, технологически связывающих подход с парковым элементом.

Горловины станций в зависимости от их маневренности подразделяются на три типа:

- горловины, обеспечивающие возможность одновременных передвижений на параллельных маршрутах двух смежных путей (число парковых элементов $\Pi_3 = m (m > d)$, где m — число путей; d — число подходов к горловине);

- горловины, имеющие параллельные ходы и для которых выполняется неравенство $d < \Pi_3 < m$;

- горловины, не имеющие параллельных ходов, т.е. число парковых элементов равно числу подходов, имеющих включения в горловину, $\Pi_3 = d$.

4.5. Правила нумерации станционных путей и стрелочных переводов

Каждому пути и стрелочному переводу отдельного пункта с путевым развитием присваивается номер.

Главные пути на перегонах и станциях нумеруются римскими цифрами (I, II, III, IV): нечетного направления — нечетными, четного направления — четными. При подходе к станции с одной стороны двухпутной линии, а с другой — двух однопутных линий, главные пути в пределах станции нумеруются по двухпутному подходу. Если двухпутную линию пересекает или к ней примыкает одна или две однопутные линии, то главным путям однопутных линий в пределах станции присваивают, соответственно, номера III и IV.

При разветвлении главного пути (в связи с путепроводной развязкой или обходом локомотивного хозяйства) соответствующие ответвления главного пути нумеруются римскими цифрами в зависимости от направления движения поездов: в нечетном направлении — нечетными, в четном — четными.

Приемо-отправочные пути нумеруются арабскими цифрами, начиная со следующего номера за номером главного пути. При этом

пути, предназначенные для приема нечетных поездов, нумеруются нечетными цифрами (3, 5, 7, 9 и т.д.), а пути, предназначенные для приема четных поездов, — четными (4, 6, 8, 10 и т.д.).

На промежуточных станциях, а также на станциях, имеющих малое число приемо-отправочных путей, используемых для приема как нечетных, так и четных поездов, эти пути нумеруются порядковыми номерами вслед за номерами главных путей, от пассажирского здания в полевую сторону (3, 4, 5, 6 и т.д.).

В отдельных парках пути, выделенные для приема и отправления поездов, нумеруются порядковыми арабскими цифрами (нечетными или четными, в зависимости от приема на них нечетных или четных поездов). При этом каждый приемо-отправочный парк должен иметь буквенное (или цифровое) обозначение.

Пути сортировочных парков горочных сортировочных станций нумеруются двумя арабскими цифрами, первая из которых означает номер пучка, а вторая — номер пути в пучке. Остальные станционные пути, не входящие в состав парков, нумеруются также арабскими цифрами последовательно, начиная со следующего номера за последним номером парковых путей.

На сортировочных и грузовых станциях, не имеющих пассажирского здания, пути нумеруются в поперечном направлении слева направо (при ориентации в направлении счета километров), или начиная от главных путей.

Каждый стрелочный перевод должен иметь определенный номер. Стрелочные переводы нумеруются со стороны прибытия нечетных поездов порядковыми нечетными номерами, со стороны прибытия четных поездов — порядковыми четными номерами.

На станции, где с одной и той же стороны (при примыкании нескольких направлений) прибывают нечетные и четные поезда, стрелочные переводы нумеруются в соответствии с нумерацией поездов основного направления.

Стрелочные переводы на станции, имеющей значительное путевое развитие, нумеруются по отдельным паркам или группам путей, однородным по характеру работы.

Стрелочные переводы нумеруются, начиная с входных стрелочных переводов станций (или парков при нумерации по отдельным паркам).

При нумерации стрелочных переводов по отдельным паркам каждому парку присваивается сотня номеров стрелочных перево-

дов, соответствующую литеру (номеру) парка (например, парку А присваиваются номера стрелочных переводов от 100 до 199, парку Б — номера 200 — 299 и т.д.).

Стрелочные переводы, лежащие по стрелочной улице, а также спаренные стрелочные переводы, должны иметь непрерывную нумерацию, например, 5, 7, 9, 11 и т.п.

Стрелочные переводы на путях, не входящих в состав парков, нумеруются порядковыми номерами от 1 до 99.

За границу, отделяющую нечетную сторону от четной, принимаются:

- на раздельном пункте с небольшим путевым развитием — ось пассажирского здания;

- на станции с большим путевым развитием в случае примерно центрального расположения пассажирского здания — ось этого здания; при нецентральной расположении здания — поперечная ось станции, устанавливаемая центрально по отношению к путевому развитию;

- при нумерации по отдельным паркам или однородным группам путей — середина этих парков или групп путей.

Указанная нумерация путей и стрелочных переводов обязательна для применения при сооружении новых станций, разъездов и обгонных пунктов, и капитальном переустройстве существующих. Для эксплуатируемых раздельных пунктов существующая нумерация путей и стрелочных переводов может быть сохранена без изменения.

Контрольные вопросы

1. Что называется горловиной станции? Каковы требования к конструкциям? Назовите важнейшие части горловины».

2. Дайте определение предельных столбиков и схемы их установки.

3. Для чего и как устанавливаются на станциях сигналы?

4. Как определяется полная и полезная длина путей?

5. Что называется парком путей станции? Назовите основные формы парков путей и их характеристики.

6. Назовите порядок нумерации путей на раздельных пунктах.

7. Назовите порядок нумерации стрелочных переводов.

Глава 5. ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ НОРМЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ РАЗДЕЛЬНЫХ ПУНКТОВ

5.1. Основные нормативные документы по проектированию станций и узлов

При проектировании железнодорожных станций и узлов в настоящее время руководствуются техническими нормами и требованиями, изложенными в нормах проектирования железнодорожных линий, отдельных сооружений и устройств железных дорог колеи 1520 мм общего пользования, железнодорожных путей колеи 1520 мм необщего пользования под нагрузку на ось четырехосного грузового вагона 25 тс (СТН Ц-01-95), Правилами и техническими нормами проектирования станций и узлов на железных дорогах колеи 1520 мм, а также техническими условиями, указаниями и инструкциями, определяющими требования к проектированию, в зависимости от категории линии, на которой они размещаются.

СТН Ц-01-95 являются в настоящее время основным нормативным документом, положения которого должны соблюдаться при проектировании железнодорожных линий, предусматривающих движение поездов со скоростями: пассажирских — до 200 км/ч; грузовых — до 120 км/ч; грузовых ускоренных и рефрижераторных — до 140 км/ч (включительно).

Проектирование железнодорожных линий, на которых предусматривается движение пассажирских поездов со скоростями более 200 км/ч, грузовых поездов со скоростями свыше 120 км/ч, а также грузовых ускоренных и рефрижераторных — свыше 140 км/ч, должно выполняться по специальным нормам.

Правила и технические нормы проектирования станций и узлов на железных дорогах колеи 1520 мм разработаны в развитие СТН Ц-01-95. Они содержат обязательные нормативно-технические требования, условия и рекомендации, которые должны соблюдаться при проектировании переустройства и нового строительства же-

лезнодорожных разъездов, обгонных пунктов, станций и узлов на железнодорожных линиях колеи 1520 мм.

Генеральные схемы развития железнодорожных узлов и Технико-экономические обоснования развития крупных станций разрабатываются с учетом территориальных решений по охране природы, в увязке с проектами планировки городов (в соответствии со СНиП 2.07.01-89. Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений), промышленных узлов (районов), развития всех видов транспорта, как составных частей взаимосвязанной транспортной системы. Они определяют взаимное расположение станций, соединительных железнодорожных путей и обходов, с учетом перспективного роста прилегающих населенных пунктов и развития промышленных предприятий.

В соответствии с Федеральным законодательством о техническом регулировании в 2013 году планируется вместо действующих нормативных документов, используемых при проектировании железнодорожных линий, отдельных сооружений и устройств железнодорожного транспорта, разработка сводов правил, поддерживающих технические регламенты № 525 от 15 июля 2010 г. «О безопасности инфраструктуры железнодорожного транспорта» и № 533 от 15 июля 2010 г. «О безопасности высокоскоростного железнодорожного транспорта», в том числе «Правила проектирования железных дорог колеи 1520 мм», «Правила проектирования станций и узлов», «Правила проектирования вокзалов», «Правила проектирования железнодорожного пути высокоскоростного железнодорожного транспорта», «Правила проектирования зданий, пассажирских платформ и сооружений для высокоскоростного железнодорожного транспорта».

5.2. Понятие о категориях железнодорожных линий и основные положения норм их проектирования

Новые железнодорожные линии и пути необщего пользования, дополнительные главные и усиливаемые (реконструируемые) существующие линии в зависимости от их назначения на сети железных дорог общего пользования, характера и размеров перевозок подразделяются в части норм проектирования на категории, приведенные в табл. 5.1.

Таблица 5.1

Категории железнодорожных линий

Категория железных дорог	Назначение железных дорог	Расчетная годовая приведенная грузонапряженность (нетто в грузовом направлении) на 10-й год эксплуатации, млн ткм/км
Скоростные	Железнодорожные магистральные линии для движения пассажирских поездов со скоростью свыше 160 до 200 км/ч	—
Особогрузонапряженные	Железнодорожные магистральные линии для большого объема грузовых перевозок	свыше 50
I	Железнодорожные магистральные линии	свыше 30 до 50
II	Железнодорожные магистральные линии	свыше 15 до 30
III	Железнодорожные магистральные линии	свыше 8 до 15
IV	Железнодорожные линии	до 8
	Внутростанционные соединительные* и пути необщего пользования**	независимо от грузонапряженности

* К внутростанционным соединительным относятся пути, ведущие к контейнерным площадкам, базам, сортировочным платформам, пунктам очистки, промывки, дезинфекции вагонов, ремонта подвижного состава и производства других технологических операций.

** Пути необщего пользования — подъездные пути предприятий.

В табл. 5.1 расчетная годовая приведенная грузонапряженность определяется с учетом числа и массы пассажирских поездов. Она устанавливается на основе технико-экономического обоснования (ТЭО).

Максимальные скорости движения пассажирских поездов предусматриваются: на скоростных линиях — до 200 км/ч; на особогрузонапряженных линиях — до 120 км/ч (при соответствующем обосновании допускается до 160 км/ч), на линиях I и II категорий — 160 км/ч, III категории — до 120 км/ч и IV категории — до 80 км/ч.

Правилами технической эксплуатации железных дорог Российской Федерации введено также понятие малоинтенсивных линий (участков) — это железнодорожные пути общего пользования с невысокой грузонапряженностью и низкой эффективностью работы, критерии отнесения к которым утверждаются Правительством Российской Федерации.

Проекты новых и реконструируемых железнодорожных линий должны разрабатываться комплексно, с учетом потребной пропускной и перерабатывающей способности перегонов, станций и узлов на линиях скоростных, особогрузонапряженных, I, II и III категорий — на расчетный срок 10 лет, а IV категории — 5 лет.

Основные параметры проектируемой железной дороги (руководящий уклон, полезная длина приемо-отправочных путей, число главных путей, вид тяги, схемы размещения отдельных пунктов и участков тягового обслуживания) устанавливаются по результатам технико-экономических расчетов на перспективу.

5.3. Требования к размещению станционных путей в плане

Станции, разъезды, обгонные пункты, отдельные парки станций и вытяжные пути должны проектироваться в плане на прямых участках, так как при их размещении в кривых ухудшаются условия видимости сигналов при движении поездов и выполнении маневровой работы, а также увеличивается сопротивление движению поездов, а значит и расход топлива или энергии на тягу поездов. Причем, эти затруднения возрастают с уменьшением радиуса кривой.

Современные нормы проектирования допускают в трудных условиях размещение отдельных пунктов с путевым развитием на кривых радиусом не менее: 2000 м — на скоростных линиях; 1500 м — на магистральных линиях I и II категорий; 1200 м — на линиях особогрузонапряженных, III и IV категорий. В особо трудных условиях допускается уменьшение радиуса кривых до 600 м, а в горных условиях — до 500 м.

В случаях, когда на особогрузонапряженных линиях предусматривается максимальная скорость движения пассажирских поездов свыше 120 км/ч, радиусы кривых на отдельных пунктах указанных линий принимаются не менее 1500 м.

Если возникает необходимость устройства станции, разъезда или обгонного пункта с поперечным расположением путей на кривой, то следует это делать на кривой, обращенной в одну сторону.

Станции, разъезды и обгонные пункты с продольным и полупродольным расположением приемо-отправочных путей допускается в трудных условиях сооружать на обратных кривых, но пути каждого из направлений движения, в пределах полезной длины, должны располагаться на кривой, обращенной в одну сторону. Допускается при переустройстве существующих станций в исключительных случаях сохранять обратные кривые в отдельных парках.

Вытяжные пути на обратных кривых проектировать не допускается. Лишь при переустройстве станции в исключительных случаях могут быть сохранены обратные кривые вытяжных путей. Во всех случаях при наличии обратных кривых должны быть обеспечены условия для безопасности маневровой работы.

Главные пути на подходах к станции следует проектировать на прямых или кривых возможно большего радиуса, что создает лучшие условия обеспечения безопасности и плавности движения поездов. Величина радиусов кривых рекомендуется в зависимости от категории линии в соответствии с табл. 5.2.

Прямые и кривые участки пути, а также смежные круговые кривые разных радиусов следует сопрягать посредством переходных кривых (см. рис 3.18).

Таблица 5.2

Рекомендуемые и допускаемые значения радиусов кривых участков пути в плане

Категория железнодорожной линии	Радиусы кривых в плане, м		
	рекомендуемые	допускаемые	
		в трудных условиях	в особо трудных условиях
Скоростные	4000—3000	2500	1200
Особогрузонапряженные	4000—2000	1500	1000
I	4000—2500	2000	1000
II	4000—2000	1500	800
III	4000—1200	800	600
IV — железнодорожные линии	2000—1000	600	350
IV — подъездные пути	2000—600	500	200
IV — соединительные пути	2000—350	250	200

Примечание. В случаях, когда на особогрузонапряженных линиях предусматривается максимальная скорость движения пассажирских поездов свыше 120 км/ч, радиусы кривых следует принимать по нормам, предусмотренным для линий I категории. При проектировании уширений междупутий допускается применять кривые радиусом более 4000 м. При проектировании развязок в железнодорожных узлах допускается применять кривые радиусом 250 м.

На новых скоростных линиях, а также линиях I и II категорий длины переходных кривых определяются из условия:

$$l_{\text{п}} \geq \frac{v_{\text{max}} h}{100}, \text{ м}, \quad (5.1)$$

где v_{max} — скорость движения поезда в кривой, км/ч; h — возвышение наружного рельса, мм, определяемое по формуле:

$$h = k \frac{12,5 v_{\text{cp}}^2}{R}, \quad (5.2)$$

где v_{cp} — средневзвешенная скорость движения поездов, намечаемая на десятый год эксплуатации в месте расположения кривой, км/ч; R — радиус круговой кривой, м; k — коэффициент увеличения возвышения наружного рельса, учитывающий смещение центра тяжести экипажа в наружную сторону по отношению к оси кривой, принимаемый равным 1,0 при скоростях движения до 140 км/ч включительно и 1,2 — при скоростях более 140 км/ч. Величина возвышения наружного рельса не должна превышать 150 мм.

Полученные по расчету длины переходных кривых следует округлять до значений, кратных 10 м. Длина переходной кривой во всех случаях должна быть не менее 20 м.

Прямые вставки между начальными точками переходных кривых, а при их отсутствии — круговых кривых, принимаются возможно большей длины, но не менее указанной в табл. 5.3.

Таблица 5.3

Величины прямых вставок между начальными точками кривых

Категория железнодорожной линии	Радиусы кривых в плане, м			
	в нормальных условиях между кривыми, направленными		в трудных условиях между кривыми, направленными	
	в разные стороны	в одну сторону	в разные стороны	в одну сторону
Скоростные	150	150	100	100
Особогрузонапряженные	75	100	50	50
I и II	150	150	50	75
III	75	100	50	50
IV	50	50	30	30

Примечание. В случаях, когда на особогрузонапряженных линиях предусматривается максимальная скорость движения пассажирских поездов свыше 120 км/ч, прямые вставки следует принимать по нормам, предусмотренным для линий I и II категорий.

Кривые участки станционных путей (кроме главных и приемо-отправочных путей, по которым предусматривается безостановочный пропуск поездов) проектируются без возвышения наружного рельса и без переходных кривых.

На раздельных пунктах, где главные пути расположены на кривой, для укладки стрелочных переводов выделяются прямые участки.

Радиус закрестовинной кривой должен быть не менее радиуса переводной кривой. Радиусы кривых внутристанционных, соединительных и ходовых локомотивных путей, кривых в голове сортировочного парка следует принимать при новом строительстве не менее 200 м.

Пути у платформ и мест погрузки-выгрузки следует проектировать, как правило, на прямой. Проектирование указанных путей на кривой допускается только в трудных условиях, причем пути, прилегающие к высоким грузовым платформам, а также у других мест погрузки-выгрузки, следует проектировать на кривых радиусом не менее 600 м, а в особо трудных условиях не менее 500 м. У высоких пассажирских платформ пути могут иметь кривые в трудных условиях радиусом не менее 1200 м, в особо трудных условиях — не менее 600 м, а на линиях особогрузонапряженных, III и IV категорий и в горных условиях — не менее 500 м, в том числе на конечных пассажирских станциях — при обеспечении условий безопасности пассажиров и возможности контроля локомотивной бригадой закрытия всех дверей моторвагонного состава.

Пути локомотивных депо перед воротами ремонтных стоил следует проектировать с прямой вставкой на длину локомотива, а перед остальными стойлами не менее 12,5 м. Перед воротами моторвагонных и вагонных ремонтных депо прямая вставка должна быть не менее 25 м, а в особо трудных условиях — по специальному расчету.

5.4. Расположение станционных путей в профиле

Станции, разъезды и обгонные пункты размещаются, как правило, на горизонтальной площадке, что снижает опасность угона вагонов при маневрах толчками и облегчает трогание поездов с раздельных пунктов в обоих направлениях. Нормы проектирования допускают расположение раздельных пунктов на уклонах не

круче 1,5 ‰, в случае значительных объемов земляных работ при размещении их на площадке. В трудных топографических условиях допускается увеличение уклона до 2,5 ‰.

В особо трудных условиях разьезды и обгонные пункты всех типов, где не предусматривается отцепка локомотивов и вагонов от составов, допускается проектировать на уклонах круче 2,5 ‰. При этом необходимо соответствующее обоснование и выполнение условия трогания с места поездов, установленной нормы веса.

Величина допускаемого уклона $i_{\text{тр}}$, на котором возможно трогание поезда с места определяется из выражения:

$$i_{\text{тр}} \leq \frac{F_{\text{тр}}}{Q + P} - w_{\text{тр}} - w_{\text{кр}}, \quad (5.3)$$

где $F_{\text{тр}}$ — сила тяги локомотива при трогании состава с места, кгс; Q — расчетный вес состава на участке, тс; P — расчетный вес локомотива, тс; $w_{\text{тр}}$ — суммарное (основное и дополнительное) сопротивление при трогании состава с места, кгс/тс; $w_{\text{кр}}$ — дополнительное сопротивление движению поезда от кривых, кгс/тс:

$$w_{\text{кр}} = \frac{12 \sum \alpha^0}{l_c}, \quad (5.4)$$

где $\sum \alpha^0$ — сумма углов поворота кривых в пределах расчетной длины состава; l_c — длина состава поезда, м.

На тех отдельных пунктах, где предусматривается производство маневровых операций или отцепка локомотивов (вагонов) от составов, профиль пути в пределах полезной длины должен исключать возможность самопроизвольного ухода подвижного состава. Для этой цели продольный профиль приемо-отправочных путей, в пределах их полезной длины, следует проектировать трехэлементным, вогнутого очертания с одинаковыми отметками по концам полезной длины пути (см. рис. 5.1).

Длина противоуклонов l_i с каждой стороны пути определяется из выражения:

$$l_i = k \frac{l_{\text{по}}}{i}, \quad (5.5)$$

где i — крутизна противоуклонов, 1,5–2,5 ‰; $l_{\text{по}}$ — полезная длина приемо-отправочного пути, м; k — коэффициент, определяющий допустимый диапазон глубины понижения, 0,45 — 0,55 ‰.

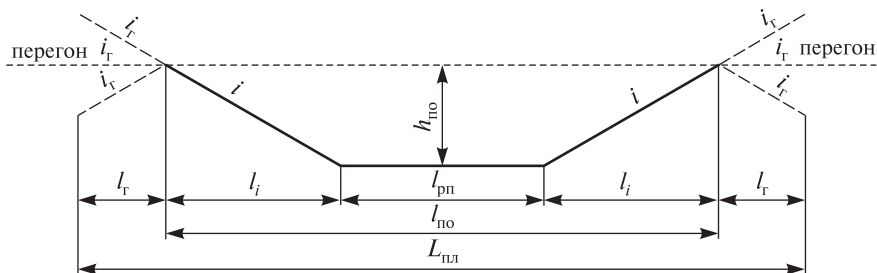


Рис. 5.1. Трехэлементный профиль приемо-отправочных путей:
 $i_г$ — уклон горловины (варианты); $l_г$ — длина горловины; l_i — длина уклона;
 $l_{рп}$ — длина разделительной площадки; $l_{по}$ — длина приемо-отправочных путей;
 $L_{пл}$ — длина станционной площадки; $h_{по}$ — глубина понижения профиля

Участок профиля, на котором размещается раздельный пункт, называется *станционной площадкой*. Можно выделить три случая расположения станционной площадки в профиле: на возвышении (горбе), в углублении (яме) и на уступе.

Расположение станционной площадки «на горбе» (см. рис. 5.2, а) обеспечивает благоприятные условия для замедления поездов на подходе к станции, а также для разгона после остановки. В этом случае облегчается отвод воды со станционной площадки, но ухудшаются условия трогания поездов, задержанных у входного светофора, и требуется постоянный контроль за предотвращением ухода подвижного состава на перегон.

При расположении станционной площадки «в яме» (см. рис. 5.2, б) ухудшаются условия разгона и замедления поездов, условия одновременного приема поездов на однопутных линиях и отвода воды от станции, однако снижается опасность ухода вагонов со станции, облегчается трогание поездов при задержке у входных сигналов.

Расположение станционной площадки на уступе (см. рис. 5.2, в) занимает среднее положение по своим качествам между двумя рассмотренными выше вариантами.

При трассировании железнодорожных линий станционные площадки по возможности следует размещать на возвышенностях, а участки перед входными сигналами на протяжении, равном норме полезной длины приемо-отправочных путей, размещать на уклонах, обеспечивающих трогание грузовых поездов с места.

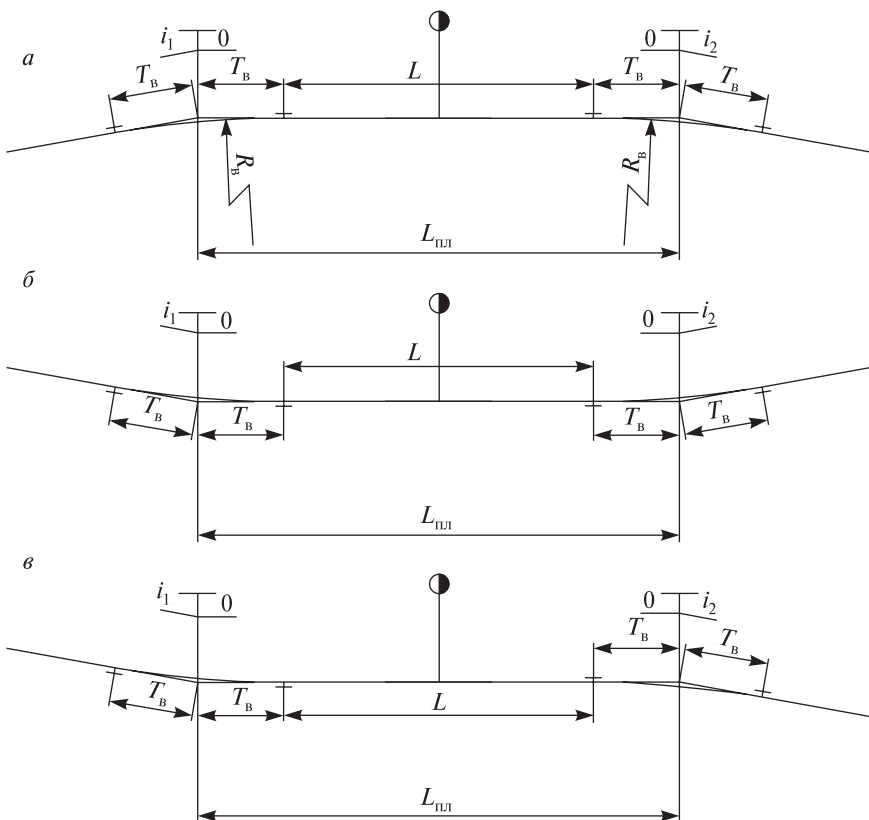


Рис. 5.2. Варианты расположения станционных площадок в профиле: на «горбе» (*a*); в «яме» (*б*); на уступе (*в*); i_1, i_2 — величины уклонов на подходах к станции соответственно в четном и нечетном направлениях; T_B — тангенс вертикальной кривой; R_B — радиус вертикальной кривой; L — расстояние между концами кривых; $L_{пл}$ — длина станционной площадки

При расположении станционной площадки «в яме» или на «уступе» выходы в сторону затяжного подъема при электрической тяге на постоянном токе следует проектировать с учетом обеспечения разгона полновесных поездов до расчетной скорости электровоза на руководящем подъеме. Длина разгонного участка от оси раздельного пункта до начала руководящего подъема должна быть не менее

$$l_p = 4,17 \frac{v^2}{1,1i_p - i_c}, \quad (5.6)$$

где v — расчетно-минимальная скорость на руководящем подъеме, км/ч; i_p — руководящий подъем, ‰; i_c — средний уклон на протяжении разгонного участка, ‰.

Длина станционной площадки устанавливается в зависимости от полезной длины приемо-отправочных путей на перспективу и схемы расположения приемо-отправочных путей (продольное, полу-продольное, поперечное). При этом длина станционной площадки определяется от точек перелома профиля на расстоянии тангенса вертикальной кривой:

$$T_B = \frac{R_B \Delta i}{2000}, \quad (5.7)$$

где R_B — радиус вертикальной кривой, м; Δi — алгебраическая разность уклонов смежных элементов, ‰.

В соответствии с нормами проектирования смежные элементы продольного профиля следует сопрягать в вертикальной плоскости кривыми радиусом R_B , равным: 20 000 м — на скоростных линиях; 15 000 м — на линиях I и II категорий; 10 000 м — на особогрузонапряженных линиях и линиях III категории; 5000 м — на линиях IV категории. При проектировании дополнительных главных путей, реконструкции существующих железных дорог в трудных условиях и путей необщего пользования допускается уменьшение радиусов вертикальных кривых до: 15000 м — на скоростных линиях; 10 000 м — на линиях I и II категории; 5000 м — на особогрузонапряженных линиях и линиях III категории; 3000 м — на линиях IV категории. В случаях, когда на особогрузонапряженных линиях предусматривается максимальная скорость движения пассажирских поездов свыше 120 км/ч, значения радиусов вертикальных кривых на данных линиях следует принимать по нормам, предусмотренным для линий I и II категории.

Алгебраическая разность уклонов смежных элементов не должна превышать значений Δi_n , указанных в числителе табл. 5.4. При большей разности уклонов смежные элементы необходимо сопрягать посредством разделительных площадок, длина которых должна быть не менее значений l_n , приведенных в знаменателе табл. 5.4.

Таблица 5.4

Рекомендуемые и допускаемые нормы значений Δi_n и l_n

Категория железнодорожной линии	Наибольшая алгебраическая разность уклонов смежных элементов профиля l_n , ‰ (числитель) и наименьшая длина разделительных площадок l_n , м (знаменатель) при полезной длине приемо-отправочных путей, м	
	850	1050
Рекомендуемые нормы		
Скоростные	6/250	4/300
Особогрузонапряженные	—	3/250
I	6/200	4/250
II	8/200	5/250
III	13/200	7/200
IV	13/200	8/200
Допускаемые нормы		
Скоростные	10/250	9/300
Особогрузонапряженные	—	10/200
I	13/200	10/200
II	13/200	10/200
III	13/200	10/200
IV	20/200	10/200

Примечание. При проектировании путей общего пользования и временных участков трассы в трудных условиях допускается увеличивать алгебраическую разность уклонов Δi_n до 30 ‰ при длине элементов профиля l_n не менее 150 м.

Вертикальные кривые допускается не предусматривать при алгебраической разности уклонов смежных элементов менее 2,0 ‰ при $R_v = 20\,000$ м; 2,3 ‰ при $R_v = 15\,000$ м; 2,8 ‰ при $R_v = 10\,000$ м; 4,0 ‰ при $R_v = 5\,000$ м; 5,2 ‰ при $R_v = 3\,000$ м.

Вертикальные кривые необходимо размещать вне переходных кривых, а также вне пролетных строений мостов и путепроводов с безбалластной проезжей частью.

В тех случаях, когда раздельный пункт расположен на нескольких элементах продольного профиля, длина элементов должна быть не менее половины нормы полезной длины приемо-отправочных

путей, а на путях необщего пользования — не менее половины длины поезда или состава, передаваемого маневровым порядком, но не менее 100 м (с таким расчетом, чтобы в пределах длины поезда было не больше одного перелома профиля).

При переустройстве существующих раздельных пунктов или строительстве раздельных пунктов на действующих линиях и при проектировании развязок в узлах допускается уменьшение длины элементов профиля до 200 м.

Стрелочные переводы на главных и приемо-отправочных путях располагаются вне пределов вертикальных кривых. В трудных условиях на линиях со скоростями движения до 120 км/ч допускается размещать стрелочные переводы в пределах вертикальной кривой, радиус которой должен быть не менее 10 000 м. На прочих путях, не предназначенных для прохода организованных поездов, стрелочные переводы допускается размещать в пределах вертикальной кривой, радиус которой должен быть не менее 5000 м.

Диспетчерские съезды и отдельные стрелочные переводы на главных путях за пределами горловин допускается размещать на уклоне вплоть до руководящего включительно. На новых железнодорожных линиях руководящий уклон в грузовом направлении не должен превышать: 9 ‰ — на особогрузонапряженных линиях; 12 ‰ — на линиях I категории; 15 ‰ — на линиях II категории; 20 ‰ — на линиях III категории; 30 ‰ — на линиях IV категории. В трудных и особо трудных условиях на путях необщего пользования IV категории допускается применять руководящий уклон до 40 ‰. На новых скоростных линиях руководящий уклон не должен превышать 20 ‰. На международных магистральных линиях руководящий уклон принимается не более 12,5 ‰ независимо от грузонапряженности.

Пути у погрузочно-выгрузочных платформ и площадок, пути, предназначенные для стоянки составов или вагонов без локомотивов, а также пути экипировки и стоянки локомотивов проектируются на горизонтальных площадках. В трудных условиях допускается их расположение на уклонах до 2,5 ‰.

Пути для стоянки пассажирских составов и отдельных вагонов на пассажирских и пассажирских технических станциях, а также пути в зданиях необходимо располагать на горизонтальных площадках.

Вытяжные пути за пределами стрелочных горловин станций проектируются на горизонтальных площадках или на спуске в сторону сортировки вагонов не круче 2 ‰. На промежуточных станциях продольный профиль вытяжных путей, используемых для работы сборных и вывозных поездов, в трудных условиях допускается проектировать в соответствии с продольным профилем смежного участка главного пути.

Величину уклонов внутристанционных соединительных путей, а также путей для перестановки составов, подачи вагонов к погрузочно-выгрузочным пунктам необходимо принимать с учетом массы обращающихся по этим путям составов и силы тяги локомотивов, но не более величины уклонов, установленных для линий данной категории.

Контрольные вопросы

1. Какими нормативными документами руководствуются при проектировании железнодорожных станций и узлов?
2. На какие категории в части норм проектирования подразделяются железнодорожные линии в зависимости от их назначения на сети железных дорог общего пользования, характера и размеров перевозок?
3. На какой расчетный срок должны разрабатываться проекты новых и реконструируемых железнодорожных линий?
4. Назовите основные требования к размещению станционных путей в плане.
5. В каких случаях участки пути следует сопрягать посредством переходных кривых?
6. Назовите основные требования к размещению станционных путей в профиле.
7. Назовите основные случаи расположения станционной площадки в профиле и дайте их характеристики.
8. Какими радиусами кривых следует сопрягать в вертикальной плоскости смежные элементы продольного профиля?

Глава 6. ЗЕМЛЯНОЕ ПОЛОТНО И ВЕРХНЕЕ СТРОЕНИЕ ПУТИ НА СТАНЦИЯХ, РАЗЪЕЗДАХ И ОБГОННЫХ ПУНКТАХ

6.1. Земляное полотно и водоотводные устройства

Земляное полотно на станциях, разъездах и обгонных пунктах должно проектироваться одновременно с разработкой их планов на основе результатов инженерно-геологических, инженерно-геодезических, инженерно-гидрометеорологических и гидрологических изысканий. При реконструкции станций снимают, как правило, поперечные профили земляного полотна, а для новых станций в сложных условиях — поперечные профили местности в местах расположения путевого развития.

Ширина земляного полотна на отдельных пунктах устанавливается в соответствии с проектируемым путевым развитием. При этом расстояние от оси крайних станционных путей до бровки земляного полотна должно быть не менее половины ширины земляного полотна на прямых участках пути линий I и II категорий, приведенной в табл. 6.1, а на стрелочных улицах, крайних сортировочных и вытяжных путях — не менее 3,5 м.

На горочных станциях для безопасности работы составительских бригад балластный слой путей надвига и вытяжных путей должен иметь уширение от конца шпал с каждой стороны не менее 1 м на всем протяжении от места начала расцепки вагонов до вершины горки или до точки отрыва вагонов от состава. При этом ширина земляного полотна в этих местах увеличивается с таким расчетом, чтобы расстояние от подошвы балластной призмы до бровки земляного полотна (ширина обочины) была не менее 0,5 м. Такое же уширение балластного слоя, а в соответствии с этим и земляного полотна, следует проектировать у крайних путей приемо-отправочных парков, где предусматривается безотцепочный ремонт вагонов, в целях обеспечения безопасного прохода осмотрщиков вагонов и удобства их работы.

Таблица 6.1

Нормы ширины земляного полотна на прямых участках

Категория железнодорожной линии	Число главных путей	Ширина земляного полотна на прямых участках пути (м), при использовании грунтов:	
		глинистых, крупно-обломочных с глинистым заполнителем, скальных легковыветривающихся и выветривающихся, песков недренирующих, мелких и пылеватых	Скальных слабо-выветривающихся, крупнообломочных с песчаным заполнителем и песков дренирующих
Скоростные, особо-грузонапряженные и I категории	2	11,7	10,7
I и II категории	1	7,6	6,6
III категории	1	7,3	6,4
IV категории	1	7,1	6,2

Примечание. Ширина земляного полотна измеряется: при грунтах, указанных в графе 3, в уровне профильной бровки; при грунтах, указанных в графе 4, в уровне проектной бровки (уровень проектной бровки превышает уровень профильной бровки на высоту сливной призмы, плюс разность толщины балластного слоя на данном участке дренирующих грунтов и смежных с ним участков земляного полотна из недренирующих грунтов).

На отдельных пунктах с путевым развитием, в пределах кривых участков главного пути, имеющего возвышение наружного рельса, при расположении этого пути крайним, ширина земляного полотна с наружной стороны кривой увеличивается на величину, указанную в табл. 6.2, а на двухпутных и многопутных участках, кроме того, на величину уширения междупутий в кривых согласно Инструкции по применению габаритов приближения строений.

Таблица 6.2

Величины уширения земляного полотна, в зависимости от радиуса кривых

Радиусы кривых, м	Уширение земляного полотна, м
3000 и более	0,20
2500—1800	0,30
1500—700	0,40
600 и менее	0,50

Крутизна откосов насыпей и выемок принимается в зависимости от вида грунта, высоты насыпи и глубины выемки по табл. 6.3 и 6.4.

Таблица 6.3

Величины крутизны откосов насыпей для различных видов используемых грунтов

Вид грунта	Крутизна откосов при высоте насыпи, м		
	до 6	до 12	
		в верхней части высотой 6	в нижней части высотой 6-12
Раздробленные скальные слабыветривающиеся и выветривающиеся, крупнообломочные с песчаными заполнителями, пески гравелистые, крупные и средней крупности, металлургические шлаки	1:1,5	1:1,5	1:1,5
Пески мелкие и пылеватые, глинистые грунты твердой и полутвердой консистенции, крупнообломочные с глинистым заполнителем такой же консистенции, раздробленные скальные легковыветривающиеся	1:1,5	1:1,5	1:1,75
Глинистые грунты тугопластичной консистенции и крупнообломочные грунты с глинистым заполнителем такой же консистенции	1:2*	Определяется расчетом	
Глинистые грунты (в том числе лессовидные) в районах избыточного увлажнения**, а также пески однородные и пески пылеватые**	1:1,75	1:1,75	1:2
Пески мелкие (барханные) в районах с засушливым климатом	1:2	1:2	1:2

* Для линий IV категории — 1:1,75.

** К районам избыточного увлажнения относятся территории, в пределах которых среднегодовое количество выпадающих осадков значительно превышает возможную испаряемость с поверхности суши; к районам с засушливым климатом — территории, на которых количество осадков значительно меньше возможной испаряемости (по абсолютной величине меньше 300 мм).

Таблица 6.4

Величины крутизны откосов выемок для различных видов используемых грунтов

Вид грунта	Высота откосов выемок, м	Крутизна откосов выемок
Скальные слабовыветривающиеся	до 12	1:0,2
Скальные выветривающиеся	до 12	1:0,5 — 1:1
Скальные легковыветривающиеся	до 12	1:1,5
Крупнообломочные, песчаные, глинистые твердой, полутвердой, тугопластичной консистенции	до 12	1:1,5
Глинистые грунты в районах избыточного увлажнения	до 12	1:2
Пески мелкие (барханные) в засушливых районах	до 12	1:1,75 — 1:2
Лёссы на неорошаемых участках в районах с засушливым климатом	до 12	1:0,1 — 1:0,5
Лёссы вне районов с засушливым климатом	до 12	1:0,5 — 1:1,5

При проектировании земляного полотна станций, разъездов и обгонных пунктов должен быть рационально использован рельеф местности для распределения земляных масс, наименьшего объема земляных работ и обеспечения устойчивости земляного полотна, учитывая при этом, что закладывать резервы и отсыпать кавальеры в пределах станции нельзя. Взамен закладки резервов и отсыпки кавальеров, на территории станции применяются планировочные работы, учитывающие последующие этапы развития станции, сооружения подходов и устройства водоотводов.

Поперечное очертание верха земляного полотна станционных площадок, в зависимости от числа путей и вида грунта, следует проектировать односкатным (см. рис. 6.1, *а*) или двускатным (см. рис. 6.1, *б*). Двускатные поперечные профили также применяются в отдельно расположенных парках (см. рис. 6.1, *в*).

При значительной ширине площадки допускается применение пилообразного поперечного профиля (см. рис. 6.1, *г*). В последнем

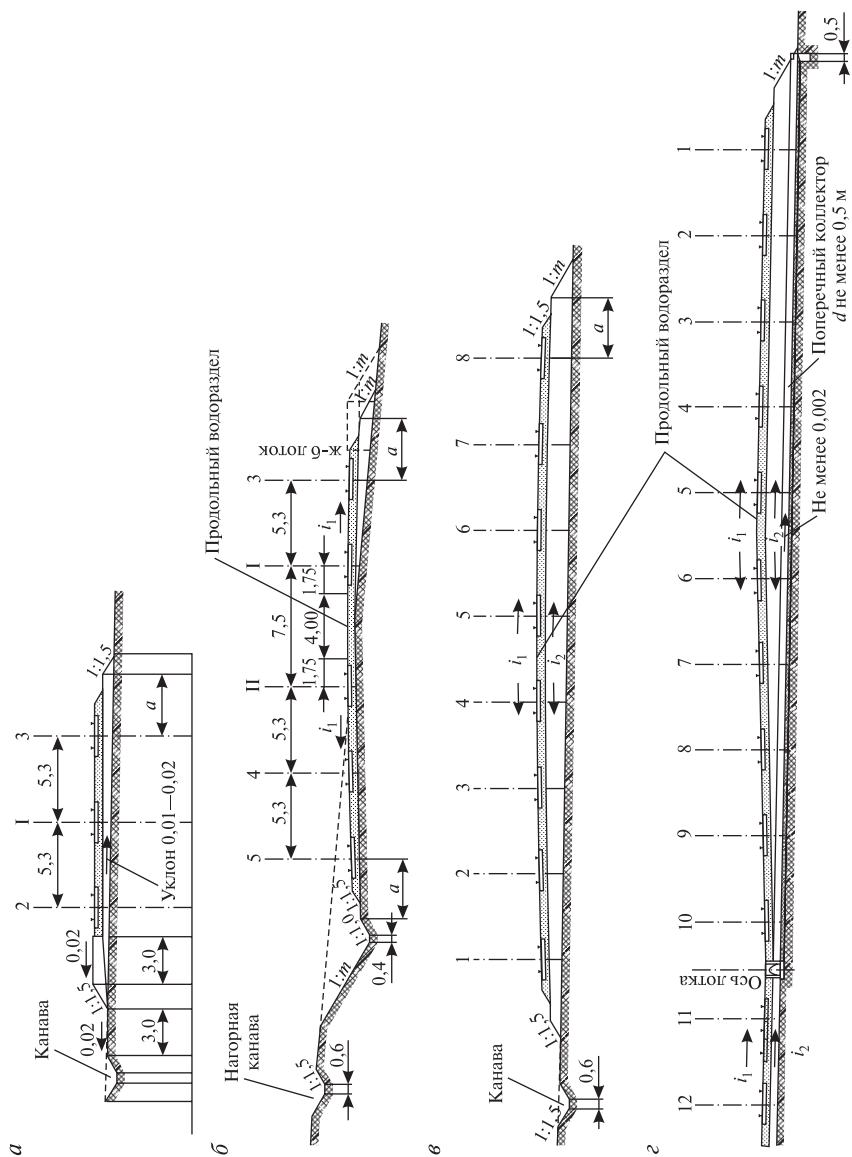


Рис. 6.1. Поперечные профили земляного полотна и балластной призмы:
a — односкатный; *б*, *в* — двухскатный; *г* — пилообразный

случае, в междупутьях с пониженными отметками, укладываются закрытые продольные лотки, с уклоном крутизной не менее 0,002 и поперечными выпусками (коллекторами) для отвода воды на очистные устройства за пределы земляного полотна станционной площадки.

Крутизна поперечного уклона верха земляного полотна в сторону водоотводов устанавливается в зависимости от вида грунта земляного полотна, особенностей климатических зон, числа путей, предполагаемых в пределах каждого ската, в соответствии с табл. 6.5.

Таблица 6.5

Значения крутизны поперечного уклона верха земляного полотна

Грунт земляного полотна	Климатическая зона	Максимальное число путей на одном скате	Крутизна уклона верха земляного полотна
Дренарующий	засушливая все остальные	10 и более 10	0 0—0,01
Недренирующий	засушливая все остальные	10—8 8—6	0,01 0,02

Примечания. 1. К засушливым отнесены зоны при количестве осадков до 300 мм/год.

2. В незасушливых районах, при недренирующих грунтах земляного полотна, в обоснованных технико-экономическими расчетами случаях допускается уменьшение поперечного уклона до 0,01 и увеличение его до 0,03.

Верх земляного полотна станционных площадок из скальных, крупнообломочных и песчаных дренирующих грунтов, в районах с засушливым климатом, допускается проектировать горизонтальным.

Планировку поверхности балластной призмы на станционной площадке следует осуществлять согласно требованиям табл. 6.5, придавая уклону среднюю крутизну, применительно к крутизне уклона поперечного профиля земляного полотна, но не более 0,03. При этом надлежит руководствоваться следующими указаниями:

— поперечные профили на промежуточных станциях всех типов, а также на обгонных пунктах и разъездах поперечного типа, следует проектировать, как правило, двускатными, с направлением скатов в разные стороны, на однопутных линиях — от оси междупутья существующего главного и предполагаемого второго главного путей, а на двухпутных — от оси междупутья между главными путями;

— на разъездах с продольным расположением приемо-отправочных путей поверхность земляного полотна и верх балластной призмы следует проектировать двускатными, с направлением скатов вне пределов пассажирской платформы в обе стороны от оси междупутья главного и смежного путей, а в пределах платформ — от борта платформы;

— профили земляного полотна для размещения путей локомотивного и вагонного хозяйств, грузового района следует проектировать односкатными и двускатными. Скат необходимо проектировать наклонным по направлению от здания во внешнюю сторону. При значительных размерах территории целесообразно применять пилообразный профиль;

— профили земляного полотна отдельных приемо-отправочных и сортировочных парков, в зависимости от местных условий, следует проектировать односкатными, двускатными или пилообразными.

При проектировании новых путей рядом с существующими (а также при открытии новых отдельных пунктов на существующих линиях), верх земляного полотна новых путей следует планировать с поперечным уклоном от бровки существующих путей.

Отдельные станционные пути и парки допускается проектировать в разных уровнях, при этом должны быть обеспечены необходимые размеры междупутий и разрывов между парками станции для расположения промежуточных откосов, водоотводных канав, лотков, в отдельных случаях — подпорных стен, а также для выполнения мероприятий по предупреждению заноса снегом или песком путей и устройств. Общая ширина земляного полотна устанавливается расчетом.

На всех вновь сооружаемых и реконструируемых станциях, разъездах и обгонных пунктах должен быть обеспечен надежный отвод поверхностных вод с поверхности земляного полотна и балластной призмы.

Поперечный поверхностный водоотвод от балластной призмы осуществляется приданием земляному полотну и поверхности балласта поперечного уклона по направлению к кюветам, канавам, дренажу или лоткам продольного водоотвода.

В качестве устройств для продольного водоотвода на станциях, как правило, предусматриваются канавы, а также железобетонные лотки, которые должны быть закрытыми в междупутьях, в мес-

тах перехода людей через пути, а также на территории ремонтных предприятий и мастерских.

Железобетонные лотки для продольного водоотвода на станциях (междупутные лотки), поперечный разрез которых показан на рис. 6.2, *а*, бывают различной высоты: 0,75; 1,00; 1,50 и 2,00 м. Для фильтрации воды, поступающей из тела земляного полотна, за стенками лотка имеется песчаная засыпка, а в стенках лотка предусмотрены отверстия.

Для отвода воды от стрелочных переводов, включенных в систему электрической централизации стрелок и сигналов на станции, используются железобетонные междупальные лотки глубиной до 0,85 м (см. рис. 6.2, *б*). Такие же лотки устраиваются и у пассажирских платформ.

При расположении земляного полотна станции на насыпи для отвода поверхностных вод, поступающих к земляному полотну, устраиваются с верховой стороны продольные водоотводные каналы (см. рис. 6.1, *а*). Размеры поперечного сечения каналов определяются расчетом по расходу воды, но при этом глубина каналов и ширина их по дну должна быть не менее 0,6 м. Крутизна откосов каналов принимается 1:1,5. Дну каналов придается продольный уклон в сторону пониженного места не менее 3 ‰.

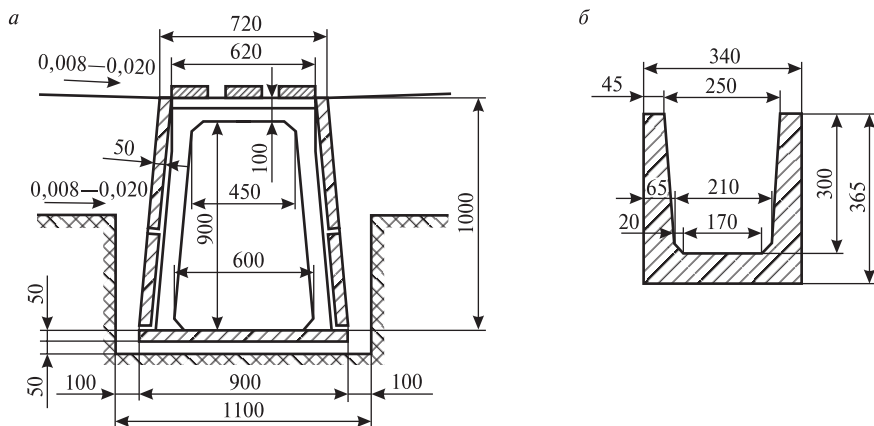


Рис. 6.2. Железобетонные лотки:
а — междупутный; *б* — междупальный

При расположении земляного полотна в выемке (см. рис. 6.1, б) устраиваются кюветы, продольный уклон которых равен уклону земляного полотна, но не менее 2 ‰. Глубина кюветов в обычных условиях принимается 0,6 м, а ширина по дну 0,4 м. Крутизна откосов кюветов принимается с путевой стороны 1:1, а с полевой — равной крутизне откосов выемки.

Для приема, отвода и очистки бытовых и производственных сточных вод, а в обоснованных случаях и для отвода и очистки ливневых вод на станциях, разъездах и обгонных пунктах следует устраивать канализацию.

При проектировании станционной водоотводной сети надлежит руководствоваться следующим:

- водостоки от водосборных площадей до выпуска вод после очистки в водоемы (реки, ручьи, овраги и пр.) должны быть, по возможности, короткими и прямолинейными, радиус поворота водоотводных устройств должен быть не менее 5 м, продольный уклон — крутизной не менее 2 ‰, а на болотах и речных поймах — не менее 1 ‰;

- водостоки должны иметь наименьшее число пересечений с железнодорожными путями, автомобильными дорогами, привокзальными площадями и площадями грузовых районов.

Пример схемы водоотводных устройств промежуточной станции, расположенной на насыпи, приведен на рис. 6.3.

На промежуточных станциях, разъездах и обгонных пунктах, располагаемых на грунтах, обладающих хорошими дренирующими свойствами и полностью впитывающих атмосферные воды, водоотводы, при обосновании, могут не устраиваться.

На крупных станциях схема водоотвода включает продольные канавы, лотки между парками, а также искусственные сооружения, предназначенные для пропуски воды.

В случае уширения станционной площадки переустраиваемых станций (см. рис. 6.4) надо обеспечить отвод воды от существующего земляного полотна. Верхнему слою присыпаемого земляного полотна (см. рис. 6.4, а) придают уклон в полевую сторону; если низ существующего балластного слоя скатывается ниже верхней площадки проектируемого земляного полотна, необходимо уложить слой дренирующего грунта. Ширина присыпки должна быть не менее 2 м.

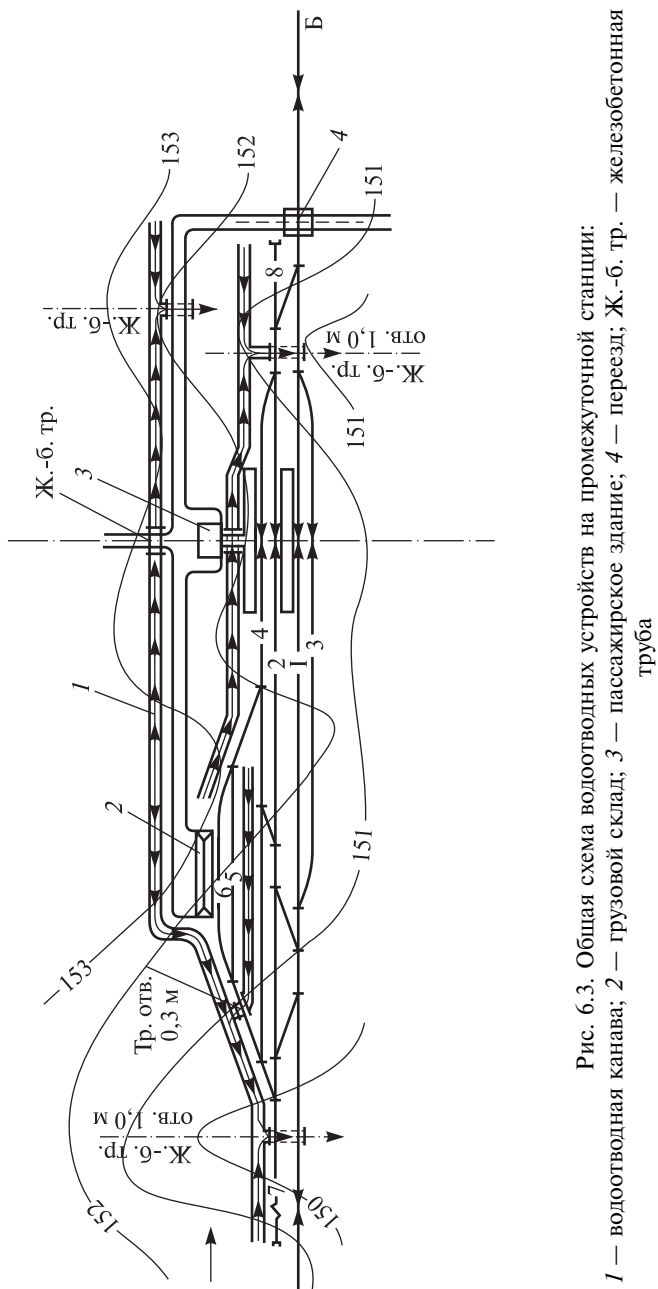
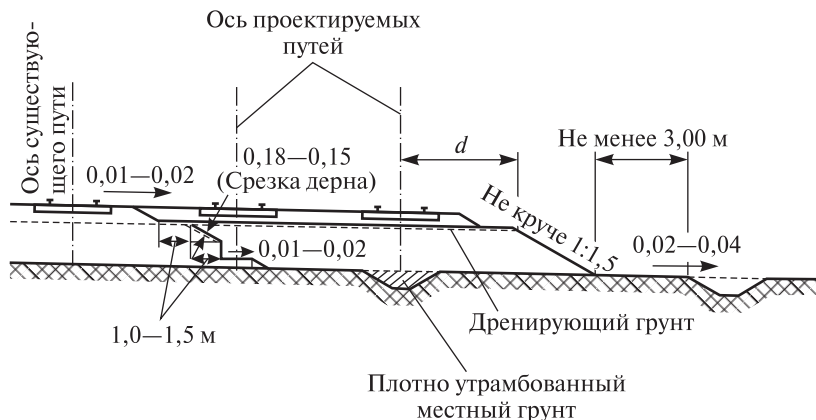


Рис. 6.3. Общая схема водоотводных устройств на промежуточной станции:

1 — водоотводная канава; 2 — грузовой склад; 3 — пассажирское здание; 4 — переезд; Ж.-б. тр. — железобетонная труба

а



б

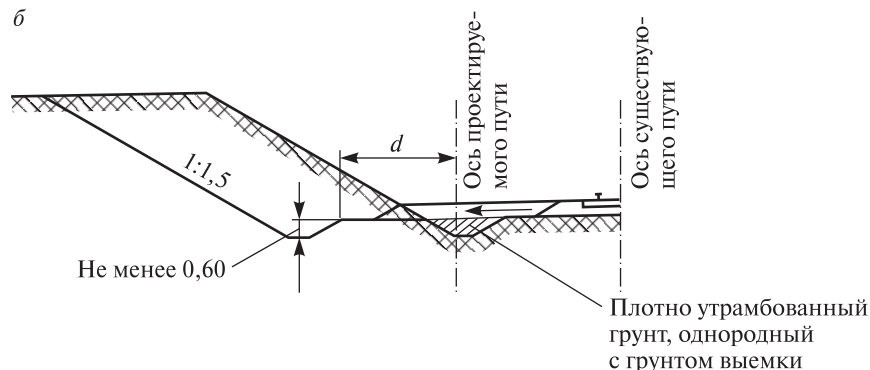


Рис. 6.4. Уширение земляного полотна при переустройстве станций: на насыпи (а); в выемке (б); d — расстояние от оси пути до бровки земляного полотна

Граница полосы отвода для развития отдельного пункта устанавливается с учетом возможного развития на перспективу путей, грузовых устройств, локомотивного и вагонного хозяйств и др. Расстояние от крайнего пути отдельного пункта до границы полосы отвода принимается с учетом поперечного профиля земляного полотна, но не менее 10 м.

6.2. Верхнее строение станционных путей

В пределах раздельных пунктов с путевым развитием верхнее строение путей, по которым осуществляется сквозной пропуск поездов, должно быть однотипным с верхним строением путей перегонов. На приемо-отправочных путях допускается укладка рельсов на один тип легче, чем на перегонах, но не ниже Р50, или старогодными рельсами того же типа, что и на перегоне.

На вытяжных, погрузочно-выгрузочных, деповских и других станционных путях следует укладывать старогодные рельсы типа не ниже чем Р50.

Род и число шпал на 1 км главных путей в пределах раздельных пунктов должны соответствовать нормам, установленным для перегонов. Число на 1 км и род шпал на приемо-отправочных путях, сортировочных горках и в подгорочных сортировочных парках следует принимать по нормам верхнего строения железнодорожных линий II—IV категорий — не менее 1840 шт/км. На прочих станционных путях (включая соединительные внутристанционные) линий всех категорий следует укладывать деревянные шпалы II типа или старогодные железобетонные, числом не менее 1600 шт/км.

На раздельных пунктах расстояние от оси главного пути до откоса балластной призмы следует принимать таким же, как и на перегоне, а на приемо-отправочных и других путях — равным 1,55 м.

Толщину балластного слоя на главных путях в пределах раздельных пунктов следует принимать по нормам для главных путей на перегоне, а на приемо-отправочных путях — не менее 0,30 м на земляном полотне из глинистых грунтов, песков мелких и пылеватых, и не менее 0,25 м на земляном полотне из скальных, крупнообломочных грунтов и из песков, за исключением мелких и пылеватых. При использовании щебеночного балласта на песчаной подушке толщина его верхнего слоя должна быть не менее 0,20 м и песчаной подушки — 0,15 м.

На приемо-отправочных путях, при применении стрелочных переводов, позволяющих безостановочный пропуск поездов по ним со скоростями движения более 50 км/ч, верхнее строение должно быть того же типа, что и на главных путях.

Балластный слой в пределах длины шпал планируется горизонтальным, за исключением случаев расположения главного пути на

кривой и наличия возвышения наружного рельса, когда балластному слою под главным путем придется уклон, по крутизне соответствующий уклону шпал.

Поверхности балласта между торцами шпал смежных путей дается поперечный уклон крутизной, соответствующей крутизне поперечного уклона верха земляного полотна станционной площадки. При этом разность отметок головок рельсов смежных путей должна быть не более 0,15 м (см. рис. 6.5).

Разность отметок, получающаяся при проектировании путей в разных уровнях, должна погашаться за счет постепенного изменения их продольного профиля при подходе к стрелочным переводам.

При расположении в междупутье, между главным путем на щебне и станционным путем на песчаном балласте, низкой пассажирской платформы, последней дается уклон в сторону станционного пути, но не более 0,02, при этом толщину балластного слоя под станционным путем следует соответственно увеличивать.

Междупутья станционных путей, располагаемых на общем земляном полотне, при ширине до 6,5 м следует заполнять балластом; при большей ширине междупутий станционных путей, балластный слой смежных путей допускается, при соответствующем обосновании, проектировать раздельным. Планировка поверхности балластной призмы должна обеспечивать сток воды с пути.

При передвижке и перекладке путей (кроме главных) в пределах существующей балластной призмы, а также в тех случаях, когда изменение толщины балластного слоя вызывает дополнительные работы по переустройству платформ и искусственных сооружений, допускается сохранять существующую толщину балластного слоя под шпалой, если она не менее 0,25 м на приемо-отправочных путях, а на прочих путях — не менее 0,20 м.

При передвижке и перекладке главных путей толщина балластного слоя должна быть доведена до норм, приведенных в табл. 6.6.

На стрелочных съездах уровни верха головок рельсов главных путей должны быть одинаковыми. В трудных условиях разность уровней верха головок рельсов устанавливается из условия, что продольный уклон съезда должен быть не круче 3 ‰ при скоростях движения 25—50 км/ч и — 5 ‰ при скоростях до 25 км/ч.

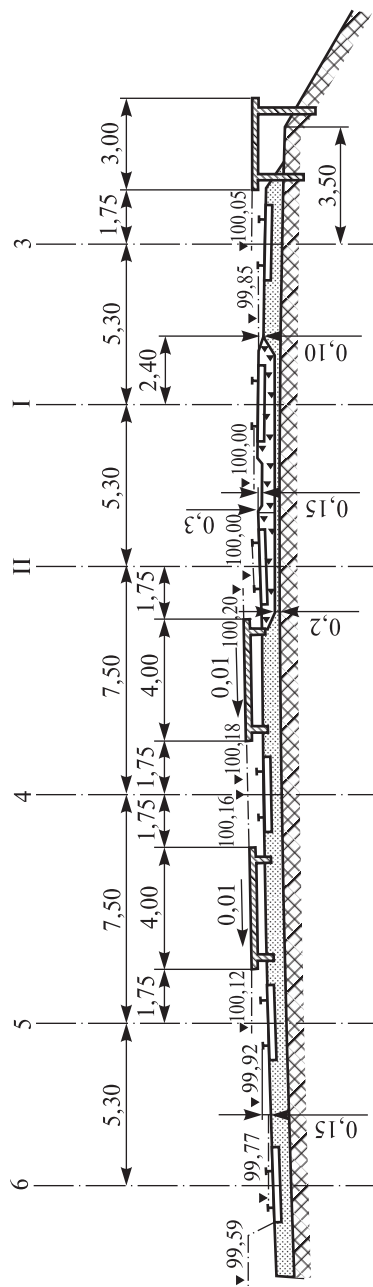


Рис. 6.5. Фрагмент поперечного профиля балластной призмы на промежуточной станции

Таблица 6.6

Нормы мощности верхнего строения главных путей новых железнодорожных линий

Показатель	Мощность верхнего строения пути на железнодорожных линиях категорий					
1	2	3	4	5	6	7
	Скоростные	Особонагруженные	I	II	III	IV
Тип рельсов	P75-P65	P75-P65	P75-P65	P65	Старогодные P75-P65, новые P65	
Род шпал	Деревянные I типа или железобетонные					Деревянные или железобетонные
Число шпал на 1 км пути, шт.:						
на прямых и кривых радиусом 1200 и более	2000	2000	2000	1840	1840	1840
на кривых радиусом менее 1200 м	2000	2000	2000	2000	2000	1840
Толщина балластного слоя под шпалой, см:						
щебеночный или асбестовый (числитель) на балластной подушке из песка, удовлетворяющего требованиям к балластным материалам (знаменатель) на пути с деревянными шпалами	30/20	35/20	30/20	30/20	25/20	25/20
то же, с железобетонными шпалами	35/20	40/20	35/20	35/20	30/20	30/20
асбестовый на пути с деревянными шпалами	—	50	50	50	45	35
то же с железобетонными шпалами	—	55	55	55	50	35
гравийно-песчаный	—	—	—	—	—	30

Примечание. На линиях со скоростями движения более 140 км/ч необходимо использовать только щебеночный балласт.

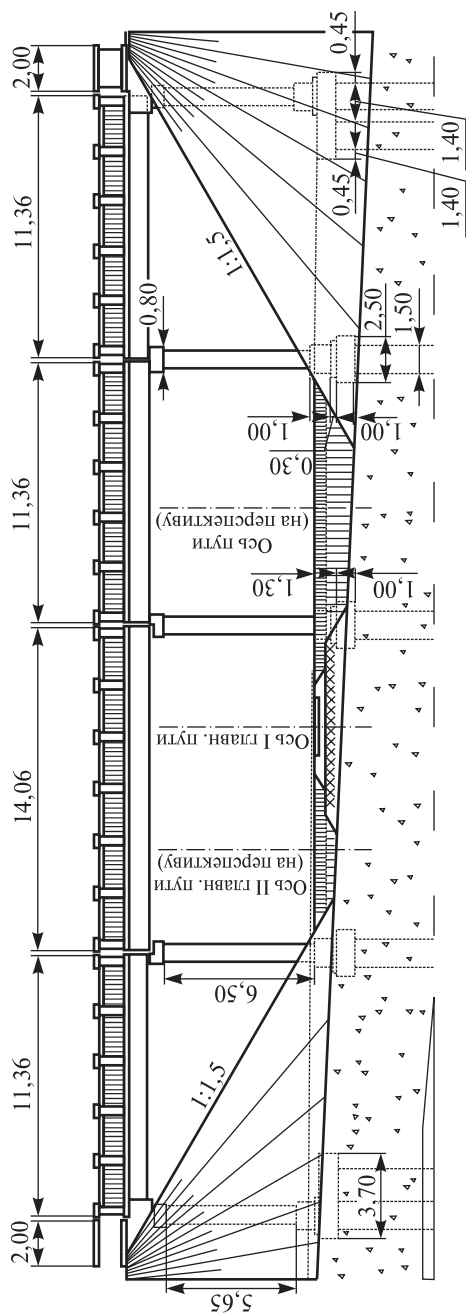


Рис. 6.6. Путепровод над железнодорожной линией

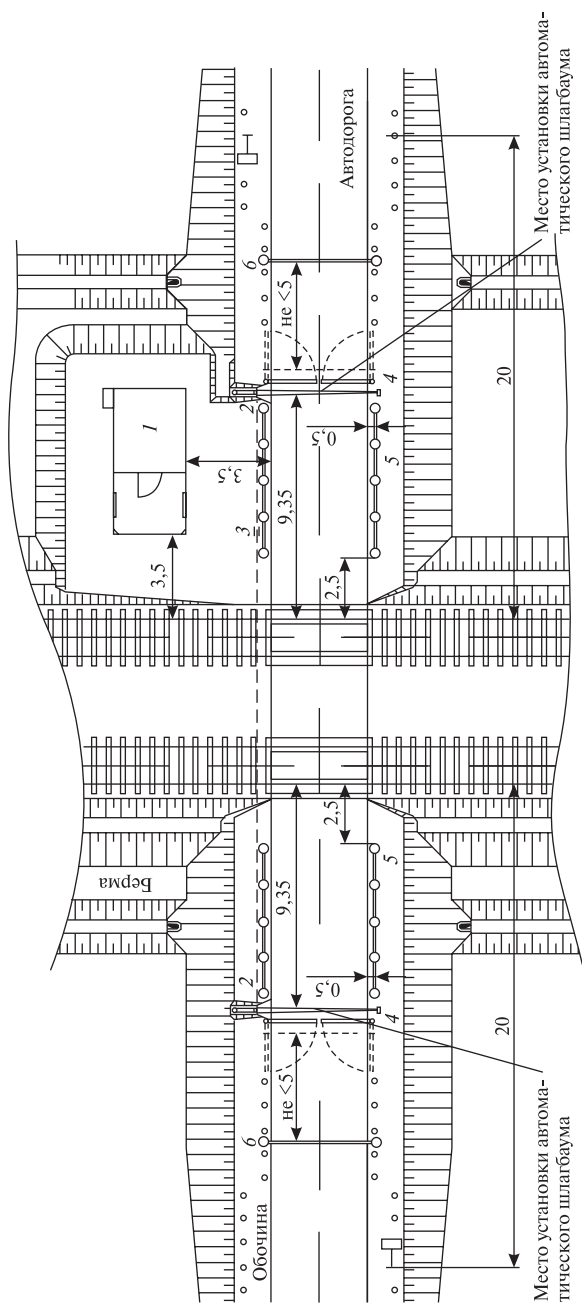


Рис. 6.7. План охраняемого переезда на насыпи:

1 — переездный пост; 2 — автоматический шлагбаум; 3 — лебелка; 4 — запасной шлагбаум (ручной); 5 — перила ограды; 6 — габаритные ворота

6.3. Пересечения станционных путей с автодорогами

При пересечении в районе станций железных дорог с автодорогами или линиями городского транспорта проектируются путепроводы (рис. 6.6) или переезды (рис. 6.7). В зависимости от местных условий путепровод может быть запроектирован под железной дорогой или над железной дорогой для пропуска городского транспорта.

Пересечения станционных путей с магистральными улицами общегородского значения и городскими автомобильными дорогами устраиваются только в разных уровнях, что полностью обеспечивает безопасность движения. Кроме того пересечения с автомобильными дорогами устраивают в разных уровнях, если:

- автомобильная дорога пересекает 2 главных пути и более;
- в месте пересечения может быть реализована скорость движения пассажирских поездов 120 км/ч и более или интенсивность движения составляет 100 поездов в сутки и более;
- железная дорога проложена в выемке, а также, если на переезде не смогут быть обеспечены требования необходимой видимости.

Переезды должны быть оборудованы средствами, обеспечивающими безопасность движения автотранспорта. Разность уровней головки рельсов смежных путей на переезде не допускается.

На станциях расположение переездов допускается между входным сигналом и входной горловиной станции, при этом нельзя их устраивать при пересечении деятельных вытяжных путей.

Переезды устраиваются, как правило, на прямых участках пути под прямым углом для обеспечения требования необходимой видимости. Ширина переезда принимается равной ширине проезжей части автодороги.

На электрифицированных линиях с обеих сторон переезда устанавливаются габаритные ворота высотой проезда не более 4,5 м.

Контрольные вопросы

1. Каков порядок проектирования земляного полотна на станциях?
2. Какое расстояние от оси крайних станционных путей до бровки земляного полотна должно быть на прямых участках пути линий I и II категорий, на стрелочных улицах, на крайних сортировочных и вытяжных путях?

3. Каким следует проектировать поперечное очертание верха земляного полотна станционных площадок в зависимости от числа путей и вида грунта?

4. Какими следует проектировать профили земляного полотна для размещения путей локомотивного и вагонного хозяйств, грузового района?

5. Какие устройства на вновь сооружаемых и реконструируемых станциях, разъездах и обгонных пунктах используют для обеспечения надежного отвода поверхностных вод с поверхности земляного полотна и балластной призмы?

6. Какие устройства предусматривают для продольного водоотвода на станциях?

7. Назовите нормы мощности верхнего строения главных и станционных путей новых железнодорожных линий.

8. В каких случаях при пересечении в районе станций железных дорог с автодорогами или линиями городского транспорта проектируют путепроводы или переезды?

Глава 7. ОБЩИЕ УСЛОВИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ОБОСНОВАНИЯ РАЗВИТИЯ СТАНЦИЙ И УЗЛОВ

7.1. Основные требования к проектам железнодорожных станций и узлов, исходные данные для проектирования

Проектирование новых и переустройство существующих разъездов, обгонных пунктов, станций и узлов базируется на выполнении ряда обязательных общих требований, обеспечивающих:

- безопасность движения поездов, личную безопасность работников станции, пассажиров и населения (соблюдение габаритных расстояний, установка предельных столбиков и светофоров; оборудование станций устройствами контроля занятости путей и стрелок; проектирование продольного профиля станционных путей по нормам, исключающим самопроизвольный уход вагонов; ограждение поездных маршрутов от маневровых предохранительными тупиками, охранными стрелками, сбрасывающими башмаками; устройство служебных проходов и проездов через пути в разных уровнях; ограждение станции);

- потребную пропускную и перерабатывающую способность раздельных пунктов (сооружение необходимого количества путей, платформ, экипировочных позиций, ремонтных стоек, вместимости грузовых фронтов и др.; секционирование путей в горловинах);

- технологичность проектного решения (разработка схем станций с учетом максимальной поточности и параллельности выполнения массовых операций; использование при проектировании типовых схем с проработанным рациональным взаимным расположением основных устройств; объединение технологически однородных зданий, сооружений и устройств различных служб);

- комплексность проекта (учет перспектив развития населенных пунктов, их транспортной инфраструктуры и занятости населения;

учет интересов промышленных предприятий и других видов транспорта; разработка в проектах разделов безопасности жизнедеятельности в чрезвычайных ситуациях и согласование их с государственными органами);

- экономичность проектного решения (разработка нескольких конкурентоспособных вариантов, их технико-экономическое сравнение и выбор лучшего; определение оптимальной этапности строительства);

- перспективу развития (резервирование территорий для дальнейшего расширения станций и развития узлов; размещение капитальных зданий и сооружений с учетом возможности увеличения числа и полезной длины путей; разработка конструкций горловин, как правило, не требующих при увеличении числа путей разборки ранее уложенных стрелочных переводов; обеспечение возможности комплексной механизации и автоматизации производственных процессов без реконструкции путевых и других устройств).

Новые и реконструируемые железнодорожные станции и узлы проектируются в соответствии с потребной пропускной и перерабатывающей способностью на расчетные сроки, с учетом оптимальной этапности их развития в течение расчетного 15—20-летнего периода с момента ввода в эксплуатацию, согласно решениям, принятым при разработке генеральной схемы развития и технико-экономических обоснований (ТЭО), с учетом перспективы нового железнодорожного строительства и усиления технического оснащения прилегающего полигона сети железных дорог общего пользования.

Генеральные схемы развития железнодорожных узлов и ТЭО развития крупных станций разрабатываются с учетом:

- территориальных решений по охране природы, в увязке с проектами планировки городов и промышленных районов;

- развития всех видов транспорта, как составных частей взаимосвязанной транспортной системы;

- определения взаимного расположения станций (и распределения между ними операций по переработке вагонопотоков железнодорожных направлений, обслуживаемых проектируемыми объектами), соединительных железнодорожных путей и обходов;

– перспективного роста прилегающих населенных пунктов и развития промышленных предприятий.

При выборе варианта проектного решения необходимо учитывать условия эксплуатации полигона сети железных дорог общего пользования, намечаемые способы производства и сроки строительных работ, условия обслуживания населения, промышленности и сельского хозяйства прилегающего района, осуществлять необходимые мероприятия по сохранению окружающей среды.

Разъезды, обгонные пункты, промежуточные и, по возможности, участковые станции следует проектировать однотипными (по расположению приемо-отправочных путей) на протяжении всей линии или в пределах отдельных участков обслуживания локомотивов бригадами.

Проекты строительства (развития, реконструкции) станций должны устанавливать рациональное взаимное расположение парков путей, устройств локомотивного и вагонного хозяйств, пассажирских, грузовых и других устройств станций, а также должны быть увязаны с перспективным планом и генеральной схемой их развития.

Проекты строительства новых и развития существующих железнодорожных станций и узлов следует разрабатывать и осуществлять поэтапно, комплексно по всем хозяйствам отрасли, обеспечивая на каждый расчетный срок потребную пропускную и провозную способность на направлениях и отдельных участках железных дорог.

Необходимость и целесообразность, а также оптимальный вариант строительства и развития узлов, сортировочных и других крупных станций, должны быть установлены на основе технико-экономических расчетов и обследований соответствующих железнодорожных полигонов.

Потребную пропускную и перерабатывающую способность станций и их элементов следует устанавливать, исходя из прогнозируемых объемов грузовых и пассажирских перевозок, определяемых на основе результатов экономических изысканий. Необходимость проведения технических мероприятий по усилению устройств реконструируемой станции для освоения возрастающих объемов перевозок следует определять сопоставлением ее потребной пропускной и перерабатывающей способности с результативной наличной.

Потребную пропускную (перерабатывающую) способность новой станции n_{Π} устанавливают по прогнозируемым в задании размерам грузового и пассажирского движения в месяц максимальных перевозок из выражения:

$$n_{\Pi} = \frac{(1 + \rho)n_{\text{гр}}}{1 - \frac{t_{\text{тех}}^c}{1440}} + n_{\text{у}} + n_{\text{сб}} + n_{\text{пс}}, \quad (7.1)$$

где $n_{\text{гр}}$ — заданное число грузовых поездов (без ускоренных и сборных) в средние сутки месяца максимальных перевозок; $n_{\text{у}}$, $n_{\text{сб}}$, $n_{\text{пс}}$ — заданное число соответственно ускоренных грузовых, сборных и пассажирских поездов; ρ — коэффициент, учитывающий влияние внутрисуточной неравномерности движения грузовых поездов, разной продолжительности выполнения технологических операций с составами, неравномерности поездообразования и отказов технических средств станции; $t_{\text{тех}}^c$ — продолжительность выполнения операций по содержанию и плановому ремонту сооружений и устройств станции, ч.

Значение $n_{\text{гр}}$ определяется по формуле:

$$n_{\text{гр}} = \frac{10^6 k_{\text{н}} \Gamma}{365 Q_{\text{ср}}}, \quad (7.2)$$

где $k_{\text{н}}$ — коэффициент внутригодичной неравномерности перевозок; Γ — прогнозируемый в задании на проектирование годовой грузопоток нетто в грузовом направлении (без грузов, перевозимых ускоренными и сборными поездами) на расчетный год эксплуатации, млн т/год; $Q_{\text{ср}}$ — средняя масса нетто состава грузового поезда на участках, с учетом структуры грузооборота, т.

Если потребная пропускная (перерабатывающая) способность n_{Π} больше наличной $n_{\text{н}}$ ($n_{\Pi} > n_{\text{н}}$), то требуется увеличение пропускной (перерабатывающей) способности станции.

Результативная наличная пропускная способность станции $N_{\text{н}}$ с учетом коэффициента ρ и времени $t_{\text{тех}}^c$, определяется пропускной или перерабатывающей способностью ограничивающего элемента станции — пути, стрелочной горловины, сортировочных устройств (определяется при том же числе ускоренных, сборных и пассажирских поездов, что и n_{Π}).

Потребную пропускную (перерабатывающую) способность реконструируемой станции n_{Π} устанавливают без учета коэффициента ρ и времени $t_{\text{тех}}^c$, из выражения:

$$n_{\text{п}} = n_{\text{гр}} + n_{\text{у}} + n_{\text{сб}} + n_{\text{пс}}. \quad (7.3)$$

На участках с пригородным движением должен обеспечиваться пропуск пригородных поездов в часы максимальных перевозок, а в течение суток — пропуск всех поездов различных категорий.

При проектировании новых и реконструкции существующих станций, разъездов, обгонных пунктов следует:

- учитывать новейшие достижения науки и техники с тем, чтобы строящиеся и реконструируемые объекты железнодорожного транспорта ко времени ввода их в действие, были технически передовыми, имели высокие технико-экономические показатели, обеспечивали необходимые условия труда, отвечали требованиям охраны природной среды, памятников истории и культуры;

- предусматривать проектные решения, направленные на повышение производительности труда, надежности и качества работы железнодорожного транспорта (в том числе и на основе применения современных информационных технологий), на экономное расходование материалов в строительстве, максимальную экономию площади занимаемых сельскохозяйственных земель и лесных угодий, сокращение объемов бросовых работ;

- предусматривать возможность широкой индустриализации строительства на базе современных средств комплексной механизации и автоматизации строительного производства, использования прогрессивных типовых проектных решений производственных зданий и сооружений, унифицированных конструкций, местных строительных материалов;

- предусматривать использование резервов мощности существующих сооружений и устройств;

- исходить из оптимальной этапности развития путевых устройств и технического оснащения объектов проектирования, применения новой станционной техники, средств и систем автоматизации, информатизации и комплексной механизации производственных процессов;

- обеспечивать наилучшую поточность передвижений — наименьшие пробеги железнодорожного подвижного состава и минимальное число пересечений маршрутов, особенно — организованных поездов;

- обеспечивать необходимые условия содержания и ремонта сооружений и устройств станций и узлов, механизированную очистку путей и стрелочных переводов от снега, применение устройств снеготаяния;

- выполнять требования по обеспечению безопасности движения поездов и маневровой работы, а также по охране труда работников в период строительства и эксплуатации, соблюдая санитарные и экологические нормы.

При проектировании узлов, станций, разъездов и обгонных пунктов особое внимание следует уделять:

- ускорению оборота подвижного состава и доставки грузов;
- рационализации и ускорению маневровой работы, в том числе по расформированию и формированию поездов;

- обеспечению рационального взаимодействия отдельных элементов станций и узла;

- сокращению длины соединительных путей и стрелочных горловин, а также протяженности внутристанционных проездов и автомобильных дорог, водопроводных, энергоснабжающих, водоотводных и других сетей;

- минимизации времени занятия стрелочных горловин поездами, маневровыми составами и локомотивами при смене последних у транзитных поездов или их техническом обслуживании;

- механизации погрузочно-выгрузочных и других работ;

- разработке прогрессивных и экономичных решений, позволяющих наиболее полно и эффективно использовать новую технику, совершенствовать методы эксплуатационной работы, повышать скорость и безопасность движения поездов, качество поездной и маневровой работы, а также обеспечивающих окончание строительства в кратчайшие сроки.

При проектировании новых, развитии существующих узлов, сортировочных и других станций, следует предусматривать автоматизацию управления технологическими процессами вновь строящихся и модернизируемых предприятий и отдельных устройств, создание автоматизированных систем обработки экономической, статистической и финансовой информации и инженерных расчетов, с учетом включения их в автоматизированную систему управления железнодорожным транспортом.

7.2. Понятие о расчетной мощности устройств

Развитие станций и узлов осуществляется, как правило, поэтапно в две или несколько очередей в соответствии с ростом размеров работы в целях экономии строительных затрат (инвестиций) и эксплуатационных расходов. При этом для различных сооружений и устройств станций и узлов принимаются разные сроки для расчета их мощности.

Начальная расчетная мощность отдельных станционных сооружений и устройств должна быть запроектирована (с учетом возможности дальнейшего развития), в зависимости от категорий железнодорожных линий на следующие расчетные сроки их эксплуатации без переустройства:

- ширина земляного полотна на станциях, разъездах, обгонных пунктах и на перегонах, ширина опор мостов, тип верхнего строения пути, мощность опорных конструкций контактной сети, объемы основных служебно-технических, пассажирских и производственных зданий, а также полезная длина вновь укладываемых или удлиняемых приемо-отправочных путей на линиях всех категорий — 10 лет;

- число укладываемых главных путей, открываемых раздельных пунктов, тип примыканий, пересечений и развязок подходов к железнодорожным узлам, число позиций ремонтных предприятий и объем зданий мастерских; тип и виды устройств СЦБ; сечение проводов электрических сетей; количество агрегатов основного оборудования электрических станций; тяговых и понижающих подстанций, тип и количество экипировочных устройств, устройств водоснабжения и канализации, тип пассажирских платформ, число путей на станциях, разъездах и обгонных пунктах на линиях всех категорий — 5 лет;

- число проводов связи, площади грузовых складов на станциях, станочное оборудование мастерских — 2 года.

Площади земли для дальнейшего развития станций и узлов следует резервировать с учетом обозримых, прогнозируемых условий, в объеме, достаточном для выполнения работ последнего этапа развития, предусматриваемого в генеральной схеме, ТЭО и проекте.

7.3. Основы технико-экономического сравнения вариантов проектных решений

Для получения наиболее целесообразных решений, в проекте, как правило, следует разрабатывать *несколько конкурентоспособных* вариантов строительства или переустройства как станции или узла в целом, так и отдельных элементов. Число разрабатываемых вариантов зависит от сложности объекта.

Варианты должны быть разработаны для одинаковых размеров и характера работы при одинаковых технических нормах и эксплуатационных требованиях.

Для возможных вариантов разрабатываются принципиальные схемы станции или узла, которые сопоставляются по выполнению общих требований к проектам, в том числе связанных с безопасностью движения и маневровой работы, удобством обслуживания пассажиров, увязкой с планировкой города и др. В результате их сопоставления какие-то варианты могут быть отклонены. Для оставшихся конкурентоспособных вариантов разрабатываются масштабные планы (на стадии проектного задания), из которых выбирается наилучшее решение на основе технико-экономических расчетов, определяющих эффективность принятого решения, с использованием дополнительных качественных показателей.

В общем виде, эффективность внедрения технического решения определяется путем сопоставления полученных экономических результатов и связанных с ними затрат.

Чтобы принять решение о целесообразности осуществления инвестиций, необходимо оценить их экономическую эффективность. С этой целью могут использоваться показатели общественной и коммерческой эффективности, которые в свою очередь могут выступать в виде общей и сравнительной эффективности.

Общественная эффективность определяется на государственном и региональном уровне. Она рассчитывается с учетом эффекта от реализации инвестиций, образуемого не только на железнодорожном транспорте, но и других отраслях. Коммерческая эффективность определяется эффектом, достигаемым на уровне отрасли или предприятия.

При расчете общественной эффективности может учитываться внетранспортный эффект, например, от ускорения доставки груза

потребителю, а также эффект от сокращения времени, связанного с поездкой пассажиров.

Расчет коммерческой эффективности базируется на анализе потока реальных денег, при этом эффект представляет собой разность между притоком и оттоком денежных средств от инвестиционной, операционной и финансовой деятельности. Следовательно, вне-транспортный эффект в этом случае учитываться не должен.

В случае финансирования инфраструктурных проектов как за счет средств ОАО «РЖД», так и привлеченных средств, средств федерального или региональных бюджетов, при расчете показателей коммерческой эффективности данных проектов учитываются финансовые последствия их осуществления для различных участников, в том числе для ОАО «РЖД», как владельца инфраструктуры.

При определении показателей общей эффективности необходимо учитывать все результаты и затраты, связанные с осуществлением проекта. При установлении сравнительной эффективности учитываются лишь результаты и затраты, изменяющиеся по сопоставляемым вариантам. При этом по выбранному варианту обязателен расчет общей экономической эффективности.

При оценке *общей экономической эффективности* могут использоваться следующие показатели: чистый дисконтированный доход (интегральный эффект), индекс доходности, внутренняя норма доходности, срок возврата (окупаемости) инвестиций.

Чистый дисконтированный доход (ЧДД) представляет собой сумму изменения разностей результатов и затрат за расчетный период, приводимых обычно к начальному году:

$$\text{ЧДД} = \sum_{t=0}^T (\Delta R_t - \Delta Z_t) \frac{1}{(1 + E)^t}, \quad (7.4)$$

где ΔR_t — изменение результатов, достигнутых в t -й год; ΔZ_t — изменение затрат (единовременных и текущих с учетом налогов), осуществляемых в t -й год; T — расчетный период; E — норма дисконта.

Изменения результатов и затрат обуславливаются реализацией инвестиционных проектов. При этом к затратам в формуле (7.4) относятся как инвестиционные, так и текущие затраты.

Уточнить состав затрат и результатов можно, представив формулу расчета *ЧДД* в следующем виде:

$$\text{ЧДД} = \sum_{t=0}^T (\Delta R_t - \Delta Z_t^* \pm \Delta H_t) \frac{1}{(1+E)^t} - \sum_{t=0}^T \frac{K_t}{(1+E)^t}, \quad (7.5)$$

где ΔZ_t^* — изменение эксплуатационных затрат (текущих расходов) в t -м году; ΔH_t — изменение суммы налогов; K_t — сумма инвестиций в t -м году.

При постоянных во времени результатах, эксплуатационных расходах и налогах формула (7.5) имеет вид:

$$\text{ЧДД} = \frac{\Delta R - \Delta Z^* \pm \Delta H}{E} - K_o, \quad (7.6)$$

где ΔR — изменение годовых результатов; ΔZ^* — изменение годовых эксплуатационных расходов; ΔH — изменение суммы налогов.

Затраты в проект считаются эффективными, если $\text{ЧДД} > 0$. Чем больше ЧДД , тем эффективнее инвестиции.

При небольшом расчетном периоде (до трех лет) или небольших нормах дисконта (меньше 0,05) дисконтирование результатов и затрат можно не производить. В этом случае вместо показателя «чистый дисконтированный доход» (ЧДД) используется показатель «чистый доход» (ЧД).

Индекс доходности (ИД) рассчитывается по формуле:

$$\text{ИД} = \frac{\sum_{t=0}^T \frac{(\Delta R_t - \Delta Z_t^* \pm \Delta H_t)}{(1+E)^t}}{\sum_{t=0}^T \frac{K_t}{(1+E)^t}}. \quad (7.7)$$

При постоянных во времени результатах, эксплуатационных расходах и величине налоговых платежей:

$$\text{ИД} = \frac{\Delta R - \Delta Z^* \pm \Delta H}{EK_o}. \quad (7.8)$$

Инвестиционные затраты считаются эффективными при $\text{ИД} > 1$.

Внутренняя норма доходности ($E_{\text{вн}}$) представляет собой норму дисконта, при которой приведенные эффекты равны приведенным инвестиционным затратам. Расчетное значение внутренней нормы доходности (ВНД) сравнивается с нормой прибыли на затраты в проект.

В случае, когда расчетное значение ВНД равно или больше требуемой нормы прибыли на капитал, инвестиции признаются экономически эффективными.

Внутренняя норма доходности при постоянных во времени результатах, эксплуатационных расходах и величине налоговых платежей равна:

$$E_{\text{вн}} = \frac{\Delta R - \Delta Z^* \pm \Delta H}{K_o}. \quad (7.9)$$

Срок возврата (окупаемости) инвестиционных затрат представляет собой временной период от начала внедрения проекта до того момента, когда чистый дисконтированный доход становится неотрицательным. Величина срока возврата инвестиционных затрат определяется из равенства:

$$\sum_{t=0}^T (\Delta R_t - \Delta Z_t^* \pm \Delta H_t) \frac{1}{(1+E)^t} = \sum_{t=0}^T \frac{K_t}{(1+E)^t}. \quad (7.10)$$

Полученный срок возврата затрат (T_o) сравнивается с приемлемым сроком (T_b). Если $T_o < T_b$, то затраты признаются экономически эффективными.

К показателям *сравнительной эффективности инвестиций* относится сравнительный интегральный эффект ($\Theta_{\text{и}}$), приведенные строительно-эксплуатационные расходы ($\Theta_{\text{пр}}$), срок возврата дополнительных затрат (T_p).

Сравнительный интегральный эффект отличается от чистого дисконтированного дохода тем, что учитывает только изменяющиеся по вариантам инвестиций составляющие.

Экономически эффективный вариант соответствует максимуму сравнительного интегрального эффекта.

Приведенные строительно-эксплуатационные расходы ($\Theta_{\text{пр}}$) используются как показатель сравнения вариантов, имеющих одинаковые результаты:

$$\Theta_{\text{пр}} = \sum_{t=0}^T \frac{K_t}{(1+E)^t} + (1-\gamma) \sum_{t=0}^T \frac{C_t}{(1+E)^t}, \quad (7.11)$$

где C_t — различающиеся по вариантам эксплуатационные расходы в t -м году; γ — доля всех налоговых платежей, отчисляемых от прибыли.

При расчете общественного эффекта на федеральном уровне γ принимается равной 0.

При постоянных эксплуатационных расходах

$$\mathcal{E}_{\text{пр}} = K_o + (1 - \gamma) \frac{C}{E}, \quad (7.12)$$

где C — изменяющиеся по вариантам годовые эксплуатационные расходы.

Экономически наиболее эффективным считается вариант, имеющий минимальное значение приведенных строительно-эксплуатационных расходов.

Срок возврата (окупаемости) дополнительных затрат (T_p) соответствует временному периоду, за который дополнительные затраты в более дорогой проект окупаются за счет дополнительного экономического эффекта, обусловленного реализацией данного проекта. Срок окупаемости дополнительных затрат определяется из равенства:

$$\sum_{t=0}^{T_p} \frac{(R_{t1} - \mathcal{Z}_{t1} - H_{t1}) - (R_{t2} - \mathcal{Z}_{t2} - H_{t2})}{(1 + E)^t} = \sum_{t=0}^{T_p} \frac{(K_{t1} - K_{t2})}{(1 + E)^t}, \quad (7.13)$$

где R_{t1} , R_{t2} — результаты t -го года в первом и втором вариантах инвестиций; $\mathcal{Z}_{t1}$, $\mathcal{Z}_{t2}$ — эксплуатационные затраты в первом и втором вариантах инвестиций в t -м году; H_{t1} , H_{t2} — налоги в t -й год по первому и второму варианту; K_{t1} , K_{t2} — капитальные затраты в t -м году в первом и втором вариантах инвестиций.

Полученное значение T_p сравнивается с приемлемой величиной T_v . При $T_p < T_v$ принимается более дорогой инвестиционный проект.

Расчетный период (T) суммирования расходов и затрат определяется временем жизненного цикла инвестиционного проекта, включающего время на научные разработки, проектно-конструкторские работы или проектирование, реализацию и эксплуатацию. Он не должен находиться за пределами надежного прогнозирования результатов и затрат. В современных условиях он не должен превышать 10 лет.

Стоимостную оценку результатов и затрат целесообразно осуществлять в текущих ценах. Текущие цены принимаются постоянными на весь расчетный период.

Величина коммерческой нормы дисконта (E) принимается равной приемлемой норме дохода на капитал (минимальное значение

ее должно соответствовать банковскому депозитному проценту). Если инвестиции осуществляются за счет заемных средств, величина дисконта должна быть не ниже процентной ставки, определяемой по условию погашения долгов по займу. При смешанном капитале (собственные, заемные и привлеченные средства) нижняя норма дохода на капитал определяется как средневзвешенная величина плат за пользование капиталом.

Для предварительной оценки эффективности инвестиций целесообразно применять упрощенные методы расчета показателей эффективности (исходя из постоянных во времени текущих затрат и результатов).

Затраты, связанные с осуществлением проекта, можно разделить на две части: инвестиции (чаще всего в части капитальных вложений) и текущие (эксплуатационные) расходы, возникающие в процессе функционирования объекта инвестирования.

Под инвестициями понимаются единовременные затраты, необходимые для реализации проекта, вне зависимости от источников финансирования. В состав этих единовременных затрат включаются затраты:

- на научно-исследовательские, экспериментальные, проектно-конструкторские, технологические и т.п. работы;
- освоение, производство, доработку опытных образцов, технологий, изготовление моделей и макетов средств труда;
- приобретение, доставку, монтаж, наладку и освоение соответствующих технических средств и новшеств;
- строительство, реконструкцию, усиление зданий, сооружений, других групп и видов основных фондов, связанных с внедрением проектов;
- пополнение, если требуется, оборотных средств;
- предотвращение негативных социальных и экологических последствий;
- развитие и создание социальной инфраструктуры.

По характеру связи с инвестиционными проектами необходимо различать:

- прямые инвестиции, непосредственно связанные с осуществлением предлагаемых (оцениваемых) мероприятий;
- сопутствующие инвестиции в объекты, технические устройства и другие группы основных фондов, на которые данные мероприятия оказывают влияние;

— сопряженные инвестиции в отрасли, которые обеспечивают реализацию рассматриваемых проектов элементами основных фондов и оборотных средств.

С учетом специфики видовой структуры основных фондов железнодорожного транспорта, инвестиции важно подразделять на следующие две группы: в постоянные сооружения (устройства); в подвижной состав и другое оборудование, не входящее в сметную стоимость объектов.

При оценке общественной эффективности проектов должны учитываться прямые, сопутствующие и сопряженные единовременные затраты.

При оценке коммерческой эффективности необходимо учитывать единовременные затраты, которые возникают только у субъекта, реализующего проект.

В состав полных текущих затрат включаются следующие основные элементы:

— затраты на оплату труда, которые зависят от численности работников и их среднемесячной заработной платы;

— материальные затраты (стоимость материалов, топлива, электроэнергии и прочих материальных затрат), определяемые исходя их норм расхода соответствующего вида ресурса в натуральном выражении и его ценой;

— отчисления на социальные нужды от фонда оплаты работников;

— амортизационные отчисления на реновацию основных фондов, зависящие от стоимости основных фондов и нормы амортизационных отчислений. При расчете экономической эффективности инвестиций нужно избегать двойного учета средств, с одной стороны, в составе капитальных вложений в объекты основных средств, а с другой стороны, ежегодно начисляемой на эти объекты амортизации. Чтобы исключить двойной учет, в этом случае амортизацию обычно исключают из состава эксплуатационных расходов;

— прочие затраты, например, платежи по кредитам, отчисления в резервный фонд, некоторые налоговые выплаты и др. Под результатами понимаются все виды доходов, связанных с реализацией проекта.

Экономическим эффектом выступает обычно прибыль либо прирост прибыли, получаемый вследствие увеличения доходов, эконо-

мии эксплуатационных расходов, возникающих вследствие реализации проекта. При переустройстве станций, введении новых устройств экономическим результатом является, прежде всего, экономия эксплуатационных расходов, причем она может возникать не на уровне станции, а на отраслевом уровне.

7.4. Порядок и стадии проектирования

Проектирование станций и узлов — это процесс разработки проекта, который начинается с выбора метода обслуживания транспортных потоков, а заканчивается разработкой технической документации. *Проект станции или узла* — это комплекс технической документации, которая необходима для строительства определенного объекта, обеспечивающего обслуживание транспортных потоков заданных объемов с наилучшими технико-экономическими показателями.

Разработка проекта осуществляется по принципу «от общего к частному», который позволяет сократить трудозатраты и ускорить поиск выгоднейшего проектного решения. Данный принцип предусматривает возрастание детализации проведения технико-экономический изысканий и проектных проработок при переходе от одного этапа к другому и сужении области поиска. Это особенно важно для проектирования станций и узлов, когда разрабатываются комплексные проекты, требующие оптимизации проектных решений по множеству взаимосвязанных устройств и сооружений.

Проектирование включает проектную подготовку строительства и разработку проектной документации.

В процессе проектной подготовки строительства определяются цели инвестиций, осуществляется разработка «Обоснования инвестиций в строительство», его согласование, экспертиза и утверждение, а также разработка задания на проектирование.

Вначале определяют цель инвестирования, назначение и мощность объекта строительства (строительство новой или развитие станции или узла), местоположение объекта. На основе проработок по источникам финансирования, а также условий достижения цели инвестиций производится оценка возможности достижения намеченных технико-экономических показателей. Источниками инвестиций могут быть собственные средства владельца инфраструктуры, привлеченные средства из бюджетов различных уровней

(федерального, субъектов федерации, местных), а также средства частных инвесторов по договорам концессии или путем создания акционерных обществ на период строительства.

На основании результатов этого этапа заказчик представляет в органы исполнительной власти ходатайство (декларацию) о намерениях. При получении положительного заключения на ходатайство о намерениях заказчик приступает к разработке «Обоснования инвестиций в строительство» с целью принятия решения о хозяйственной необходимости, технической возможности, экономической и социальной целесообразности инвестиций.

В состав «Обоснования инвестиций в строительство» включаются материалы маркетинговых исследований о характере и размерах ожидаемых грузовых и пассажирских перевозок с учетом функционирования конкурирующих видов транспорта, обоснование выбираемой технологии работы объекта, принципиальные планировочные и конструктивные решения, сроки и очередность строительства, оценка воздействия на природную среду, потребность в трудовых ресурсах и др.

«Обоснование инвестиций в строительство» утверждается на основе заключения государственной экспертизы и решения органа исполнительной власти о согласовании места сооружения объекта.

На основе утвержденного «Обоснования инвестиций в строительство» владельцем инфраструктуры разрабатывается задание на проектирование. Задание содержит технико-экономические характеристики района тяготения к станции; инженерно-геологические характеристики местности; продольные и поперечные профили; планы станций; размеры пассажирского и грузового движения; характеристики перспективной технологии и техники; сроки строительства, стадийность проектирования и другую информацию, необходимую для разработки проектной документации.

Проектная документация на строительство разрабатывается в одну или несколько стадий.

Проектирование крупных объектов осуществляется в несколько стадий, включающих технико-экономическое обоснование (ТЭО), технический проект и рабочую документацию.

ТЭО разрабатывается на основе технико-экономических изысканий и состоит из общей части, оценки существующего положения, экономического раздела, вариантов технологии переработки ваго-

но потоков, оценки воздействия на окружающую среду, вариантов проектных решений, их сравнения и обоснования рекомендуемого варианта, ориентировочной стоимости рекомендуемого варианта и др.

Технический проект состоит из пояснительной записки, где излагаются строительные и технические проектные решения и их технико-экономическое обоснование, а также сметной документации и основных показателей (паспорта) проекта.

Рабочая документация составляется на основе утвержденного технического проекта. В рабочей документации представляются масштабные планы, на которых указывается расположение и взаимная увязка станционных устройств, даются размеры элементов зданий и сооружений, сечения конструктивных элементов и спецификации, а также детализированные чертежи отдельных элементов.

Проекты строительства новых и реконструкции существующих станций разрабатываются комплексно и включают путевое развитие, пассажирские и грузовые устройства, локомотивное и вагонное хозяйства, устройства сигнализации, централизации и блокировки, связи, водоснабжения, электроснабжения и др.

При одностадийном проектировании новых или реконструкции существующих станций и узлов разрабатывается *рабочий проект*, который объединяет материалы технического проекта и рабочей документации. В этом случае ведется проектирование объектов по типовым и повторно применяемым экономически эффективным индивидуальным проектам, а также для технически несложных объектов.

В рабочем проекте приводятся только те чертежи и данные, которых нет в типовых проектах. В состав рабочего проекта входят пояснительная записка с технико-экономическими показателями и описанием принятых проектных решений, сводные чертежи, перечень типовых проектов, а также изменения и дополнения связанные с привязкой их к местным условиям.

Проектирование станций и узлов осуществляется в следующем порядке. Разрабатываются немасштабные планы нескольких вариантов строительства новых или реконструкции существующих объектов. Выбираются два-три конкурентоспособных варианта для дальнейшего их детального сравнения. По каждому из оставшихся вариантов рассчитываются мощности технических средств и

устройств. Затем разрабатываются масштабные (М 1:5000; 1:2000; 1:1000) планы объекта, по которым подсчитываются объемы работ и необходимые инвестиции. На основании технико-экономических расчетов производится выбор оптимального решения, для которого разрабатывается проектная документация.

Проекты станций и узлов должны обеспечивать совершенную технологию и высокую надежность работы объектов, расчетную пропускную и перерабатывающую способность всех устройств, возможность дальнейшего развития, безопасность движения и наилучшие условия труда, охрану окружающей среды, высокую экономическую эффективность предлагаемых решений.

Контрольные вопросы

1. Какие основные требования предъявляются к проектам станций и узлов?
2. Какие исходные данные используются для проектирования станций и узлов?
3. Какие сроки принимаются для расчета мощности различных сооружений и устройств станций и узлов?
4. В каких случаях при определении целесообразности инвестиций используются показатели общей и сравнительной эффективности?
5. Что такое чистый дисконтированный доход и как он определяется?
6. Что такое индекс доходности и как он определяется?
7. Что такое внутренняя норма доходности и как она определяется?
8. Что такое сравнительный интегральный эффект и как он определяется?
9. Что такое приведенные строительно-эксплуатационные расходы? Как они определяются?
10. Что такое срок возврата (окупаемости) дополнительных затрат и как он определяется?
11. Опишите порядок и стадии проектирования.

Раздел II

РАЗЪЕЗДЫ, ОБГОННЫЕ ПУНКТЫ И ПРОМЕЖУТОЧНЫЕ СТАНЦИИ

Глава 8. РАЗЪЕЗДЫ И ОБГОННЫЕ ПУНКТЫ

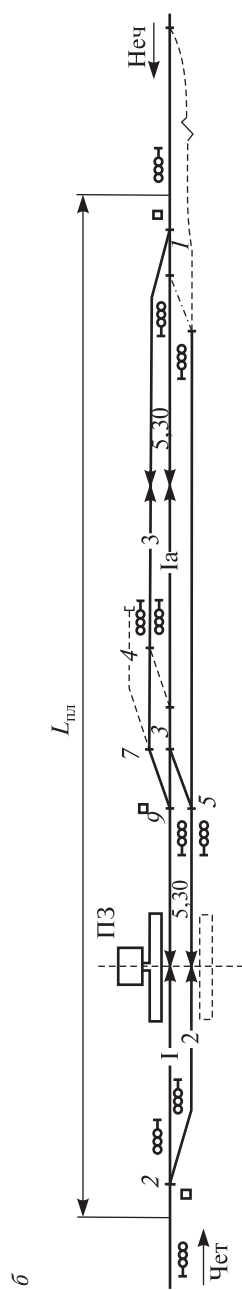
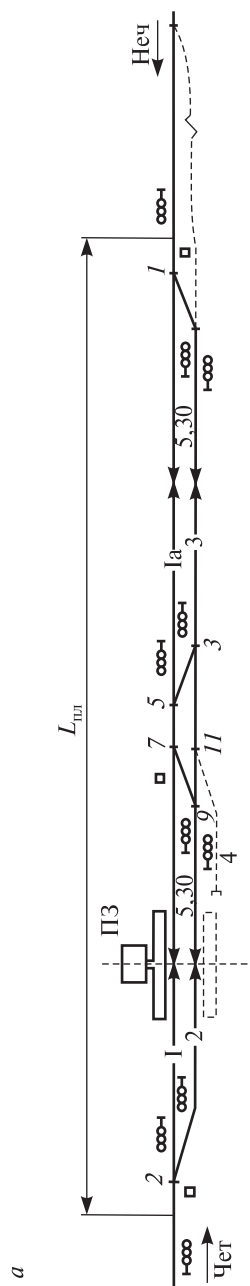
8.1. Разъезды, их назначение, классификация, основные устройства и схемы

Для скрещения и обгона поездов на однопутных линиях сооружаются *разъезды*. В зависимости от характера работы они делятся на разъезды для скрещения с остановкой и для безостановочного скрещения поездов.

По расположению приемо-отправочных путей разъезды бывают *продольного* (односторонний и разносторонний), *полупродольного* и *поперечного* типов (см. рис. 8.1). Тип разъезда определяется категорией линии, размерами движения, длиной станционной площадки, планом и профилем линии на подходах.

Схему разъезда с продольным односторонним расположением приемо-отправочных путей (см. рис. 8.1, *а*), обеспечивающую наиболее целесообразную этапность развития, следует считать основной для применения на линиях, где сооружение второго главного пути предусмотрено в ближайшие годы. Она дает возможность увеличить пропускную способность прилегающих перегонов за счет уменьшения их длины и интервала скрещения поездов.

Разъезды продольного типа с разносторонним расположением приемо-отправочных путей (см. рис. 8.1, *б*), устраивают при большом числе пассажирских поездов, пропускаемых с обгоном грузовых, или при расположении одного из приемо-отправочных путей на затяжном уклоне, близком к руководящему. Такие разъезды проектируют также при необходимости расположения погрузочно-разгрузочных площадок по обе стороны от главного пути.



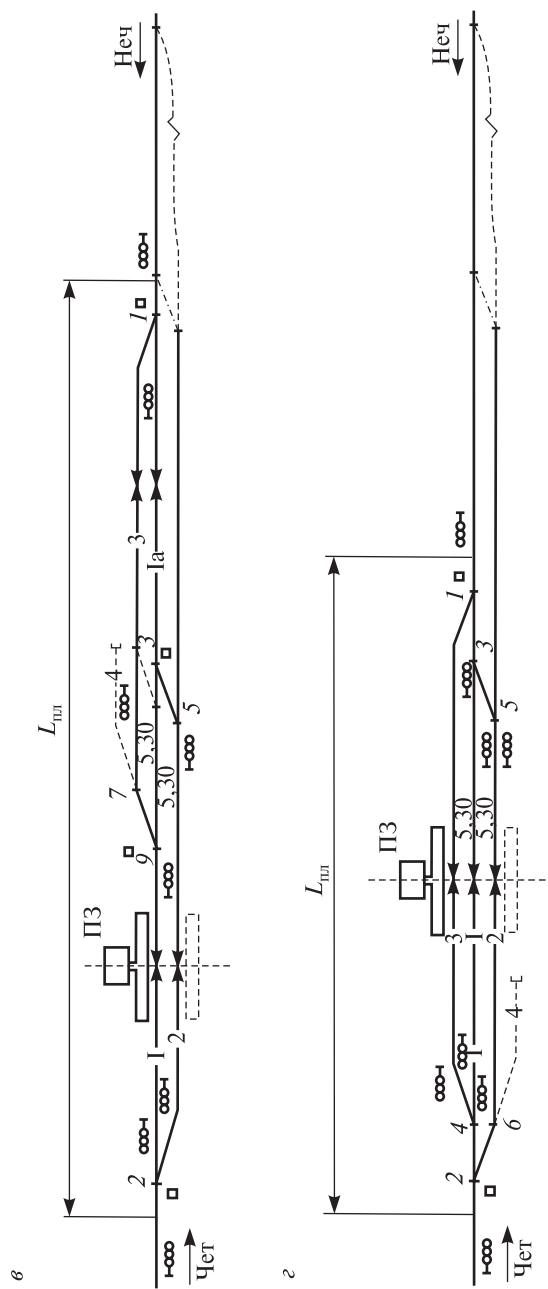


Рис. 8.1. Схемы разъездов продольного типа (а, б); полупродольного типа (в); поперечного типа (з):
 $L_{пл}$ — длина станционной площадки; ПЗ — пассажирское здание

Разъезды продольного типа наиболее эффективны при автоблокировке и диспетчерской централизации. Для размещения разъездов продольного типа требуется площадка длиной 2000—2450 м.

При ограниченной длине площадки (1600—1800 м) устраиваются разъезды полупродольного типа (см. рис. 8.1, в), отличающиеся от разъездов продольного типа смещением приемо-отправочных путей. Величина смещения путей может быть различна, в зависимости от длины станционной площадки, но, как минимум, должна допускать установку пассажирского поезда необходимой длины (450—500 м) в пределах полезной длины главного пути у пассажирского здания.

Разъезды поперечного типа (см. рис. 8.1, г) проектируются на железных дорогах IV категории, а также на линиях I—III категорий в трудных топографических, геологических и других природных местных условиях (в районах со снежными и песчаными заносами), и на которых не предусматривается остановка соединенных поездов для скрещения.

Разъезды поперечного типа требуют станционной площадки 1100—1500 м. Основное преимущество разъездов поперечного типа состоит в незначительной длине станционной площадки. Недостаток — в ухудшении условий одновременного приема поездов противоположных направлений и необходимости больших затрат на укладку путей при переходе на безостановочное скрещение.

Разъезды следует проектировать однотипными для всей линии или в пределах отдельных участков обслуживания локомотивов бригадами. Это улучшает ориентацию локомотивных бригад, а в дальнейшем облегчит автоматизацию управления.

Для разъездов разработаны типовые проекты. При проектировании разъездов на новых линиях выбирается соответствующий типовой проект и привязывается к плану и профилю главного пути.

8.2. Расчет разъездов для безостановочного скрещения поездов

Введение безостановочного скрещения поездов позволяет увеличить пропускную способность участков в 1,5—1,7 раза, а участковую скорость — на 40—60 %. Это обеспечивает уменьшение потребного количества локомотивов и локомотивных бригад, а также времени доставки грузов. Благодаря резкому уменьшению числа остановок и разгонов грузовых поездов снижается расход топлива или

электроэнергии на тягу поездов, а также износ пути и подвижного состава.

При проектировании безостановочного скрещения поездов необходимо обеспечить:

- идентичность перегонов между расчетными осями безостановочного скрещения, считая по времени хода пары грузовых поездов, которое принимают в зависимости от потребной пропускной способности участка;
- достаточную длину участков безостановочного скрещения (двухпутных вставок) и возможность трогания с места поезда, остановившегося в конце участка скрещения;
- оборудование участка диспетчерской централизацией, поездной радиосвязью и автоматической локомотивной сигнализацией с автостопами.

Требование идентичности не распространяется на перегоны, примыкающие к участковым и сортировочным станциям. Для таких перегонов время хода пары поездов принимается на 4—5 мин меньше расчетного, чтобы облегчить условия работы станций.

Каждый участок безостановочного скрещения, включающий разъезд, промежуточную станцию или являющийся двухпутной вставкой, предназначенной только для безостановочно приема поездов, должен иметь длину, обеспечивающую возможность скрещения поездов не только при их одновременном проследовании оси скрещения, но и в случаях разновременного подхода, когда один из поездов опаздывает или подходит раньше графика на время, которое можно принимать не более 2,0 мин, а в трудных условиях профиля и на существующих линиях для сокращения укладки пути на участках скрещения — не более 1,5 мин.

Для нахождения длины участка безостановочного скрещения вначале определяют расстояния от оси скрещения до выходных сигналов в четном и нечетном направлениях $L_{р.чет}$ и $L_{р.нч}$ (см. рис. 8.2). Эти расстояния зависят от длины поездов $L_{п}$, скоростей движения поездов, длин тормозных путей и разновременности подхода поездов $t_{разн}$.

На схеме (см. рис. 8.2) показано три положения поездов для случая, когда опаздывает нечетный поезд:

- четный поезд проходит расчетную ось скрещения, а нечетный поезд еще не вступил на участок скрещения;

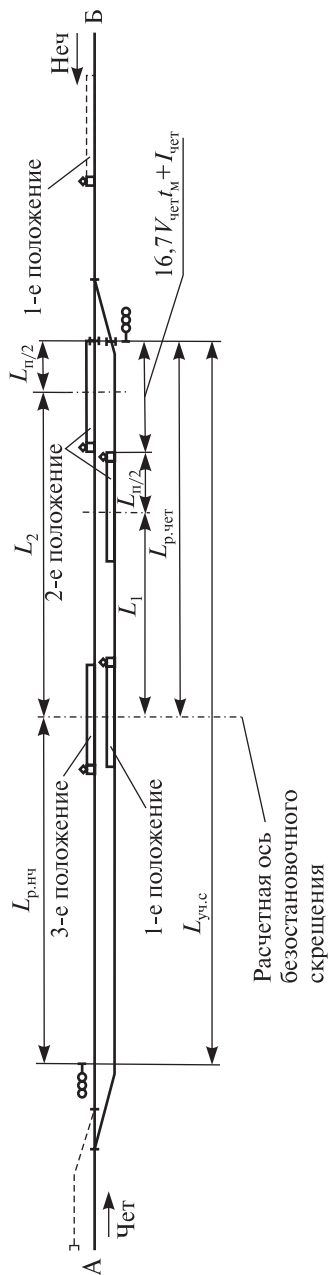


Рис. 8.2. Схема для расчета разъездов для безостановочного скрещения поездов:

$L_{р,чет}$, $L_{р,нч}$ — расстояния от оси скрещения до выходных сигналов в четном и нечетном направлениях соответственно; $L_{п}$ — длина поезда; L_1 — расстояние которое проходит четный поезд от первого до второго положения; L_2 — расстояние которое проходит нечетный поезд от второго до третьего положения

– хвост нечетного поезда прошел за предельный столбик входного стрелочного перевода и достиг изолирующего стыка, освободив тем самым перегон. В этот момент голова четного поезда должна находиться от выходного сигнала четного направления на расстоянии, равном тормозному пути $l_{\text{т.чет}}$, плюс дополнительное расстояние, необходимое для установки маршрута и открытия сигнала, т.е. $16,7 v_{\text{чет}} t_{\text{м}}$, где $v_{\text{чет}}$ — скорость следования четного поезда от оси скрещения до второго положения, км/ч; $t_{\text{м}}$ — время установки маршрута и открытия сигнала (при диспетчерской централизации 0,1–0,2 мин);

– нечетный поезд проходит ось скрещения.

За период времени от первого до второго положения четный поезд пройдет расстояние L_1 , (м) равное

$$L_1 = L_{\text{р.чет}} - (L_{\text{п}} / 2 + 16,7 v_{\text{чет}} t_{\text{м}} + l_{\text{т.чет}}), \quad (8.1)$$

затратив время (мин)

$$t_1 = \frac{L_1}{16,7 v_{\text{чет}}}. \quad (8.2)$$

Расстояние между вторым и третьим положением L_2 нечетный поезд пройдет со скоростью $v_{\text{вх.нч}}$ за время:

$$t_2 = \frac{L_2}{16,7 v_{\text{вх.нч}}} = \frac{L_{\text{р.чет}} - L_{\text{п}} / 2}{16,7 v_{\text{вх.нч}}}. \quad (8.3)$$

Сумма времени t_1 и t_2 составляет величину разновременности прибытия поездов. Следовательно

$$t_{\text{разн}} = t_1 + t_2 = \frac{L_{\text{р.чет}} - (L_{\text{п}} / 2 + 16,7 v_{\text{чет}} t_{\text{м}} + l_{\text{т.чет}})}{16,7 v_{\text{чет}}} + \frac{L_{\text{р.чет}} - L_{\text{п}} / 2}{16,7 v_{\text{вх.нч}}}. \quad (8.4)$$

Решая уравнение в отношении $L_{\text{р.чет}}$, получим

$$L_{\text{р.чет}} = L_{\text{п}} / 2 + \frac{16,7(t_{\text{разн}} + t_{\text{м}})v_{\text{чет}}v_{\text{вх.нч}} + l_{\text{т.чет}}v_{\text{вх.нч}}}{v_{\text{чет}} + v_{\text{вх.нч}}}. \quad (8.5)$$

Аналогично можно вывести формулу для определения расстояния от расчетной оси скрещения до выходного сигнала в нечетном направлении $L_{\text{р.нч}}$ для случая, когда при разновременном подходе

поездов первым к оси скрещения подойдет нечетный поезд. В формулу (8.5) вводятся соответствующие значения $v_{нч}$, $v_{вх.чет}$, $l_{т.нч}$.

Длина участка скрещения между выходными сигналами составит:

$$L_{уч.с} = L_{р.чет} + L_{р.нч}, \quad (8.6)$$

а полная длина участка скрещения (двухпутной вставки) получится при добавлении длин горловин:

$$L_{дв.вст} = L_{р.чет} + L_{р.нч} + l_{г.чет} + l_{г.нч}. \quad (8.7)$$

Значения длин двухпутных вставок существенно зависят от значений ходовых скоростей поездов и от того, снижает поезд, поступивший первым, скорость движения, или нет. Например, при $L_{п} = 1050$ м; $t_{разн} = 2$ мин, скорости выхода первого поезда 60 км/ч и скорости входа опаздывающего поезда 80 км/ч, $L_{дв.вст}$ составляет 4,8—5 км; при тех же данных $L_{п}$ и $t_{разн}$, но меньших скоростях выхода и входа (соответственно 40 и 60 км/ч) $L_{дв.вст}$ будет 3,2—3,4 км.

8.3. Схемы разъездов для безостановочного скрещения поездов

Разъезды для безостановочного скрещения поездов могут проектироваться сразу при сооружении новой линии или развиваться из разъездов, на которых скрещение поездов происходит с остановкой.

Расположение удлиняемого участка для возможности безостановочного скрещения поездов зависит от взаимного расположения оси площадки разъезда и расчетной оси безостановочного скрещения поездов. В проектах новых железнодорожных линий оси безостановочного скрещения поездов на двухпутных вставках размещают по тяговым расчетам времени хода, исходя из расчетной пропускной способности линии, и с этими осями связывают размещение станционных площадок разъездов и промежуточных станций.

На рис. 8.3 показаны варианты схем разъездов, размещенных в левом конце двухпутной вставки (со стороны «А»). При этом безостановочное скрещение поездов вводится на новой линии на втором этапе ее развития. Стрелочные переводы, по которым поезда при

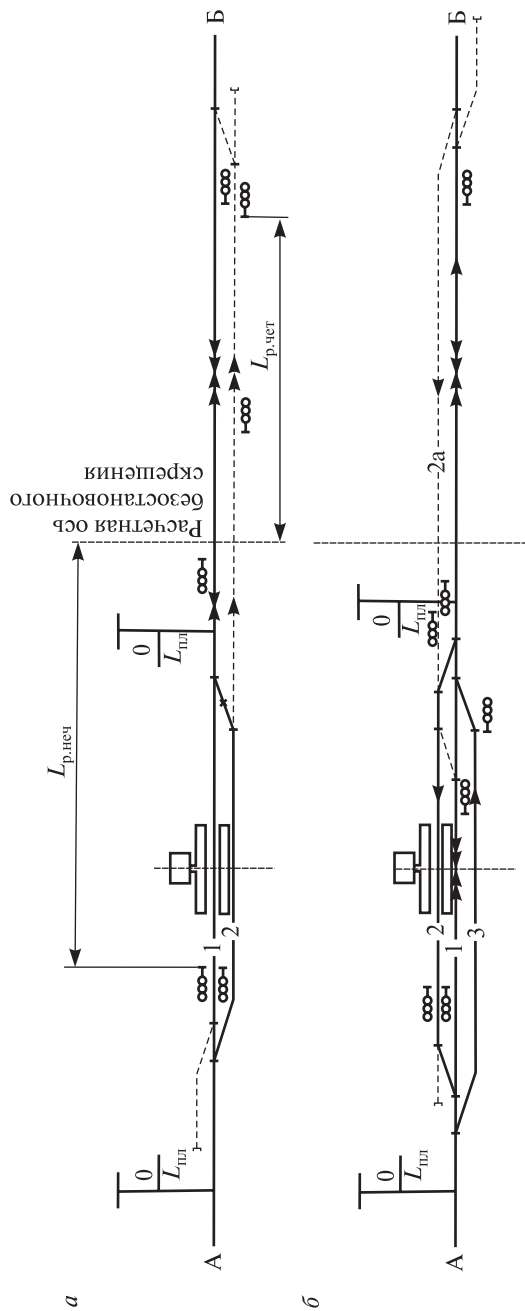
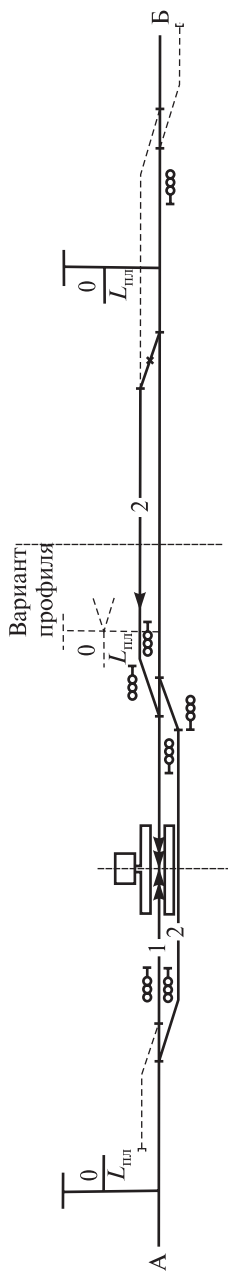


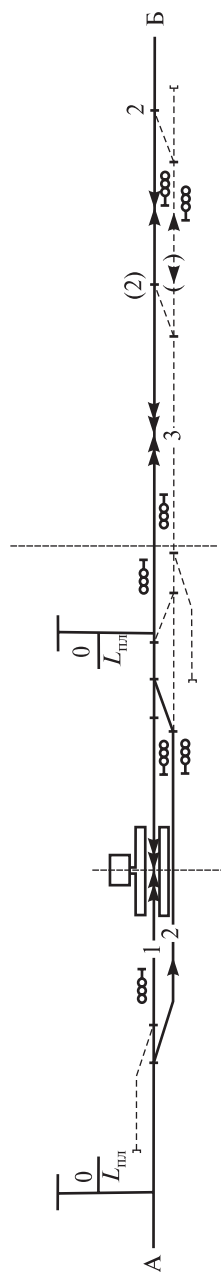
Рис. 8.3 (начало). Схемы разъездов для безостановочного скрещения поездов:

$L_{\text{р.нет}}$ — расстояние от расчетной оси безостановочного скрещения соответственно до четного и нечетного выходного светофора; $L_{\text{плат}}$ — длина станционной площадки

е



з



д

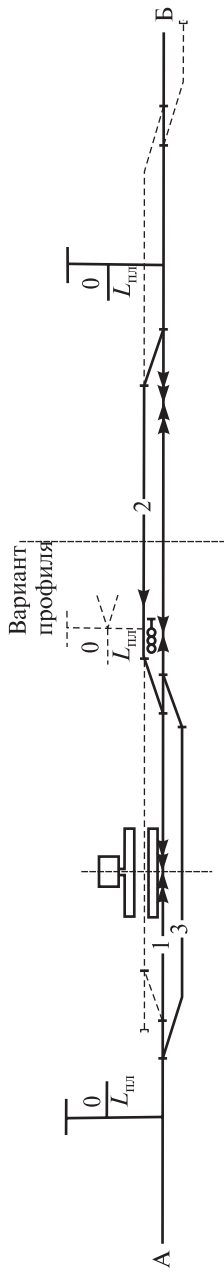


Рис. 8.3 (окончание)

безостановочном скрещении отклоняются на боковой путь, должны быть пологих марок (1/18 или 1/22).

На боковой путь лучше отклонять поезд, прибывающий первым. Предохранительные тупики, укладывают только в тех случаях, когда это необходимо в соответствии с ПТЭ.

Во всех схемах удлиняемая часть разъездного пути проектируется в плане и профиле по нормам главного пути на перегоне, но во всех случаях перед выходным сигналом на перегон средний уклон пути на протяжении, равном длине поезда, должен быть таким, чтобы обеспечивалось трогание поезда с места после непредвиденной остановки перед сигналом (см. формулу 5.6). Если это требование трудно обеспечить, можно удлинить разъездной путь в сторону перегона.

8.4. Устройства на разъездах

Для пропуска поездов, посадки и высадки пассажиров на разъездах имеются следующие устройства: путевое развитие, помещения для дежурного по разъезду и пассажиров, пассажирские платформы и переходы между ними, стрелочные посты. В случаях, когда на разъездах грузятся и выгружаются грузы, сооружается грузовой склад и погрузочно-выгрузочный путь. Здание с помещением для дежурного по разъезду, а также складские помещения строятся по типовым проектам и располагаются не ближе 25 м от оси главного пути. Пассажирские платформы устраиваются в случае скрещении поездов с остановкой и размещаются возле пассажирского здания (основная пассажирская платформа) или между путями, на которые принимаются пассажирские поезда (промежуточные платформы).

На разъездах обычно имеются главный, приемо-отправочные, а в некоторых случаях погрузочно-выгрузочные и специальные пути. Число приемо-отправочных путей устанавливается в зависимости от структуры и размеров движения поездов, в соответствии с принятой схемой раздельного пункта. При пропускной способности до 12 пар поездов параллельного графика укладывается один путь, от 13 до 24 пар поездов — один или два, а свыше 24 пар поездов — два пути. На электрифицированных линиях приемо-отправочные пути оборудуются контактной сетью.

При удлинении путей на разъездах для организации безостановочного скрещения поездов, необходимо предусматривать их

оборудование устройствами электрической централизации, автоматической локомотивной сигнализации, поездной радиосвязи, а также включение в диспетчерскую централизацию.

Необходимость сооружения предохранительных тупиков на удлиненных путях в каждом отдельном случае должна быть обоснована в проекте.

8.5. Обгонные пункты

На двухпутных линиях для обгона поездов и в необходимых случаях для перевода поездов с одного главного пути на другой сооружаются *обгонные пункты*.

Обгонные пункты бывают четырех типов. Схема с поперечным расположением обгонных путей (см. рис 8.4, *а*) является основной. Для размещения обгонного пункта этого типа требуется площадка 1300—1500 м.

Схема со смещенным (полупродольным) расположением обгонных путей (см. рис. 8.4, *б*) применяется в случае, когда такое расположение обгонных путей облегчает трогание поезда с места. Такая схема имеет преимущество, по сравнению со схемой поперечного типа, в отношении пропуска пассажирских поездов нечетного направления с остановкой по главному пути, а также отличается возможностью выделения дополнительной длины участка пути для погрузки и выгрузки грузов. Длина площадки в этом случае равна 1700—1900 м.

Схема с продольным расположением обгонных путей (см. рис. 8.4, *в*) применяется на скоростных линиях и когда необходимо иметь дополнительный погрузочно-выгрузочный фронт, а также осуществлять передачу вагонов (поездов) с одного направления на другое. Поскольку главные пути в этой схеме являются крайними, расстояние между ними можно принимать таким же, как и на прилегающих перегонах (4,10 м), и тем самым избежать необходимости уширения междупутья до 5,30 м. Длина площадки при таком расположении обгонных путей составляет 2400—2600 м.

При значительных пассажирских перевозках и в случае, когда нецелесообразно использовать схему с поперечным расположением путей, используется схема обгонного пункта, показанная на рис. 8.4, *г*.

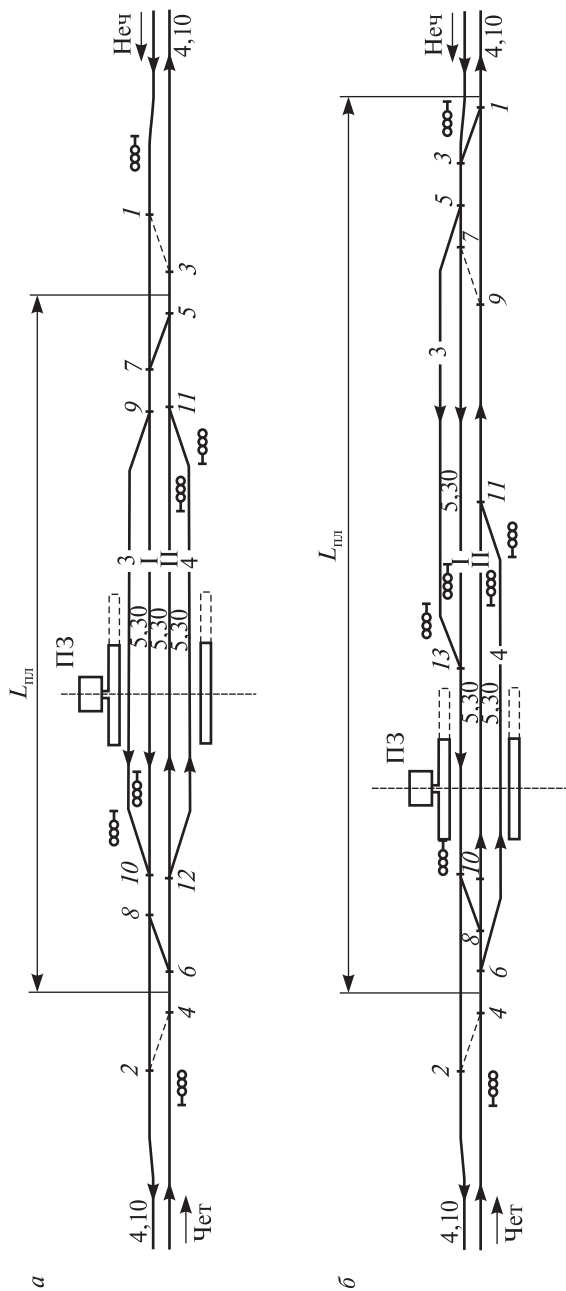


Рис. 8.4 (начало). Схемы обгонных пунктов:

a — с поперечным; *б* — с полупродольным; $L_{пл}$ — длина станционной площадки; ПЗ — пассажирское здание

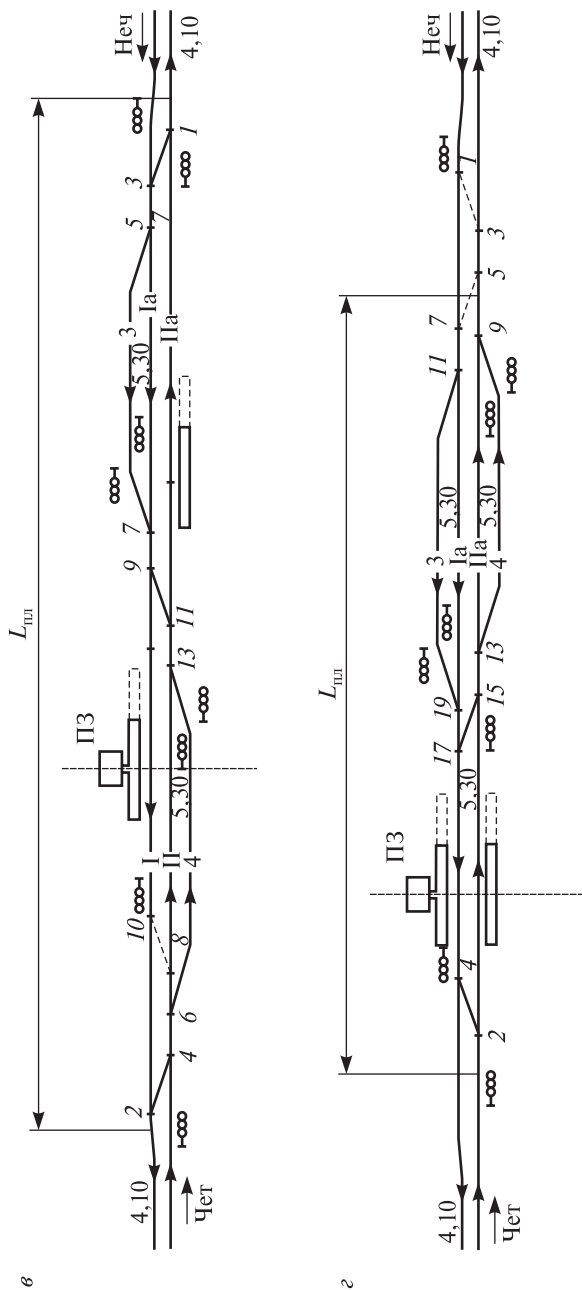


Рис. 8.4 (окончание). Схемы обгонных пунктов:

θ — с продольным расположением путей; $г$ — с последовательным расположением пассажирских устройств и путей для грузового движения; $L_{пл}$ — длина станционной площадки; ПЗ — пассажирское здание

Число путей на обгонных пунктах, кроме главных путей, на двухпутных линиях равно 1-2, на трехпутных линиях — 2-3, на четырехпутных — 3-4.

Обгонные пункты должны быть запроектированы с двумя диспетчерскими съездами в каждом конце. На первую очередь и при условии отсутствия затяжных спусков допускается проектировать два диспетчерских съезда (по одному в каждом конце обгонного пункта), укладываемых так, чтобы на нечетном (четном) главном пути были обращены друг к другу острия стрелочных переводов, а на четном (нечетном) главном пути — крестовины. Тогда обеспечивается перевод движения поездов с правильного пути на неправильный и наоборот, а также прием поездов с обоих направлений к платформе у пассажирского здания.

На обгонных пунктах проектируются такие же устройства, как и на разъездах.

Контрольные вопросы

1. Какие раздельные пункты относятся к разъездам? Их назначение.
2. Какие бывают схемы разъездов? Их преимущества и недостатки.
3. Какая длина станционной площадки необходима для размещения разъездов различных типов?
4. Каковы особенности разъездов для безостановочного скрещения поездов?
5. Назовите основные устройства на разъездах.
6. Какие раздельные пункты относятся к обгонным пунктам? Их назначение.
7. Какие бывают схемы обгонных пунктов? Их преимущества и недостатки.
8. Какая длина станционной площадки необходима для размещения обгонных пунктов различных типов?

Глава 9. ПРОМЕЖУТОЧНЫЕ СТАНЦИИ

9.1. Назначение промежуточных станций, выполняемые на них операции и основные устройства

Промежуточные станции отличаются от разъездов и обгонных пунктов тем, что на них, помимо скрещения и обгона поездов, посадки-высадки пассажиров выполняются следующие операции:

- погрузка, выгрузка, прием, выдача и хранение грузов, а также оформление грузовых документов;
- прием, выдача и хранение багажа и грузов, следующих пассажирской скоростью;
- отцепка вагонов от сборных поездов и прицепка к ним вагонов, а в некоторых случаях формирование отправительских или групп для ступенчатых маршрутов из вагонов собственной погрузки;
- обслуживание путей необщего пользования — подача и уборка вагонов на подъездные пути предприятий;
- взвешивание вагонов (на отдельных станциях) при значительных размерах погрузки навалочных грузов.

На некоторых станциях может выполняться экипировка припущенных к станции маневровых и подталкивающих локомотивов.

Для безопасного и своевременного выполнения этих операций на промежуточных станциях имеется комплекс устройств:

- путевое развитие, включающее, кроме главных и приемо-отправочных путей, также погрузочно-выгрузочные, выставочные, вытяжные пути, предохранительные тупики, примыкания путей необщего пользования (подъездные пути) и др.
- пассажирские здания с платформами и другими устройствами для обслуживания пассажиров;
- грузовые склады и площадки, автомобильные подъезды к ним, погрузочно-выгрузочные механизмы, стрелочные посты;
- устройства сигнализации, централизации и блокировки, связи, электроснабжения, водоснабжения (в необходимых случаях).

На отдельных станциях размещают тяговые подстанции, эксплуатационно-ремонтные пункты (ЭРП) дистанций пути и др.

В средних климатических условиях расстояние между промежуточными станциями принимают 40—60 км, а на линиях с суровыми климатическими условиями — 80—100 км. На существующих линиях это расстояние составляет 15—20 км.

Промежуточные станции бывают обычные и опорные. На опорных промежуточных станциях концентрируется грузовая и коммерческая работа по обслуживанию населенных пунктов района тяготения. По числу главных путей станции бывают одно-, двух- и многопутные, а по расположению приемо-отправочных путей — продольного, полупродольного и поперечного типов.

Характер работы промежуточных станций определяется организацией пропуска поездов различных категорий и обслуживанием сборных и вывозных поездов, с которыми прибывают (или отправляются) вагоны под погрузку-выгрузку.

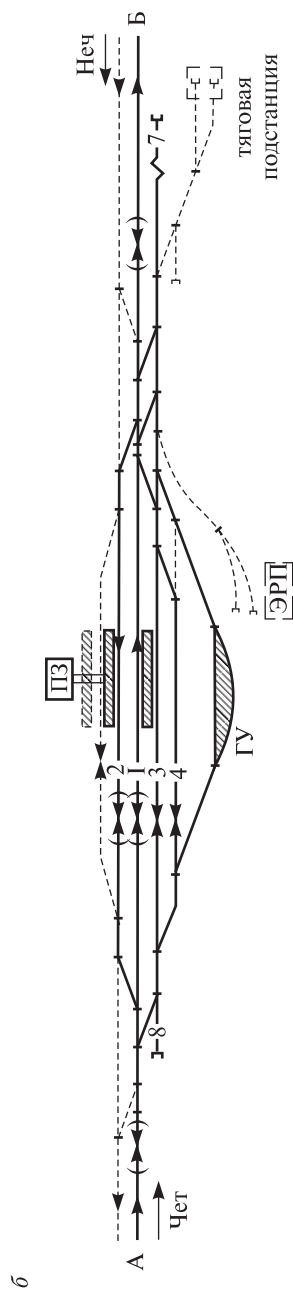
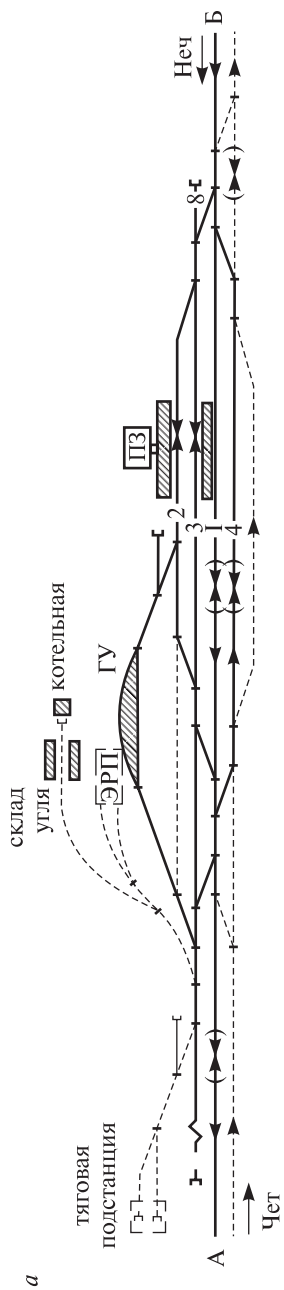
Маневровая работа по обслуживанию грузовых пунктов может производиться специальными маневровыми локомотивами, приписанными к станции, или поездными локомотивами сборных или вывозных поездов.

Для четкой и безопасной организации движения поездов и выполнения других операций на каждой станции разрабатывается Техничко-распорядительный акт, который устанавливает порядок использования технических средств. Последовательность и содержание операций, по приему, отправлению и пропуску поездов, а также порядок производства маневровой работы регламентируется технологическими картами.

9.2. Типы и схемы промежуточных станций

Промежуточные станции проектируют по трем основным типам: с поперечным, продольным и полупродольным расположением приемо-отправочных путей. Промежуточные станции различают также по количеству главных и приемо-отправочных путей, размещению грузовых устройств, наличию примыканий путей необщего пользования.

Схемы станций *поперечного типа* приведены на рис. 9.1. Для размещения приемо-отправочных путей с учетом возможного развития



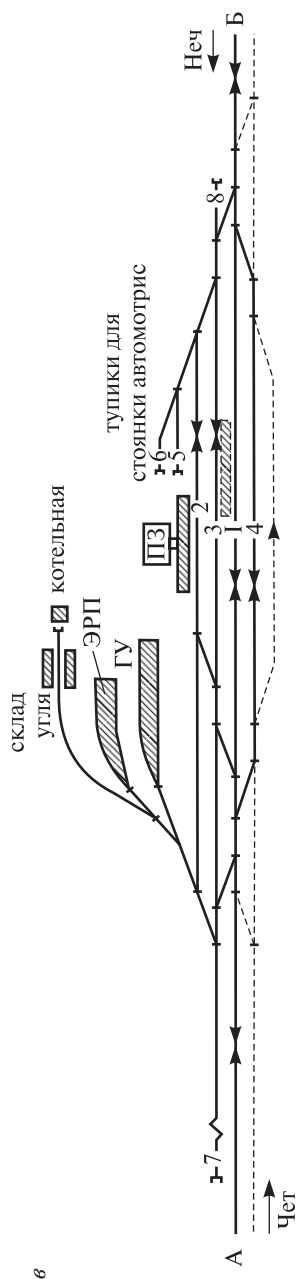


Рис. 9.1. Схемы промежуточных станций поперечного типа:

а — с расположением грузовых устройств (ГУ) со стороны пассажирского здания (ПЗ); б — с расположением ГУ со стороны, противоположной ПЗ; в — для районов с суровым климатом; ЭРП — эксплуатационно-ремонтный пункт дистанции пути

достаточно иметь сравнительно короткую станционную площадку, длина которой на линиях I—III категории равна:

$$L_{\text{пл}} = L_{\text{по}} + 600 \text{ м}, \quad (9.1)$$

где $L_{\text{по}}$ — полезная длина приемоотправочных путей, м.

На линиях IV категории длина площадки может быть уменьшена на 200 м.

В схеме, представленной на рис. 9.1, *а* с грузовыми устройствами, размещенными со стороны пассажирского здания, главный и все приемо-отправочные пути служат для приема и отправления четных и нечетных поездов: путь I — для приема пассажирских и пропуска без остановки пассажирских и грузовых поездов; путь 2 — для приема пассажирских и грузовых, в том числе сборных поездов; пути 3 и 4 — для приема при скрещении и обгоне транзитных грузовых поездов; путь 7 — вытяжной; путь 8 — предохранительный тупик.

В составе грузовых устройств (ГУ) имеются: минимум один погрузочно-выгрузочный путь, выставочный путь, а для маневров при подаче-уборке вагонов используют вытяжной путь 7. Расстояние между осями путей 2-го и выставочного увеличено, чтобы можно было установить опоры контактной сети, а иногда уложить еще один путь.

Маневровая работа на вытяжном пути 7 изолирована от маршрутов приема и отправления поездов. Полезная длина вытяжных путей должна быть не менее половины длины грузовых поездов, а на первую очередь строительства допускается проектировать ее равной 200 м.

При сооружении на участке второго главного пути приемо-отправочный путь 4 превращают в главный, а вместо него укладывают новый приемо-отправочный путь. В горловинах укладывают диспетчерские съезды.

Достоинством рассмотренной схемы, широко применявшейся ранее, является меньшая стоимость подъездов к грузовым устройствам. Но эта схема имеет существенные недостатки: сборные поезда необходимо принимать на ближайший к пассажирскому зданию путь и на время маневров перекрывать проход к поездам на главных путях; размещение грузовых устройств со стороны пассажирского здания удобно лишь при небольших размерах местной работы;

территория для развития грузового района ограничена, поэтому при увеличении местного грузооборота операции с навалочными грузами могут выноситься на отдельную площадку, расположенную вдоль крайнего приемо-отправочного пути; на станции возникает два района погрузки-выгрузки, что усложняет маневровую работу со сборными поездами, так как при этом требуется пересекать главные пути. При переходе к двухпутной схеме возникает дополнительный недостаток, характерный для всех станций поперечного типа: грузовой поезд из «Б», принятый на путь 3, преграждает проход к пассажирским поездам, останавливающимся на главных путях.

Основная часть недостатков рассмотренной выше схемы устранена в схеме, в которой грузовые устройства расположены со стороны, противоположной пассажирскому зданию (см. рис. 9.1, б). Они размещаются так, чтобы между крайним приемо-отправочным и выставочным путями можно было уложить еще два-три пути. Сборные поезда обоих направлений принимаются только на приемо-отправочные пути, ближайшие к грузовым устройствам. Конструкция горловины, к которой примыкает вытяжной путь, позволяет производить маневровую работу со сборным поездом одновременно с приемом грузовых поездов из «Б» на путь 4 или с отправлением на «Б» с этого пути.

При сооружении на участке второго главного пути его целесообразно укладывать в пределах станции со стороны пассажирского здания.

Достоинствами этой схемы являются: четкое разграничение пассажирских и грузовых операций; хорошие условия для расширения грузовых устройств; изолированность маневровой работы со сборными поездами от пропуска пассажирских поездов. Однако, в схеме (рис. 9.1, б) увеличивается по сравнению со схемой, представленной на рис. 9.1, а, протяженность подъездов к грузовому району из поселка, расположенного со стороны пассажирского здания.

Во всех схемах поперечного типа грузовой район и вытяжной путь могут располагаться как в левой, так и в правой части станции в зависимости от местных условий. При этом соответственно изменяются горловины станции.

Из двух схем поперечного типа лучшей следует считать схему, изображенную на рис. 9.1, б, так как она по сравнению со схемой, представленной на рис. 9.1, а имеет ряд преимуществ и в большей

степени соответствует требованию концентрации местной работы на меньшем числе станций.

В суровых климатических условиях все устройства промежуточной станции (см. рис. 9.1, *в*) концентрируют со стороны пассажирского здания для сокращения протяженности тепловых сетей. Кроме того, укладывают тупики 5 и 6 для стоянки автотрис, которыми доставляют работников на прилегающие разъезды, рядом с которыми нет жилых поселков.

Продольный тип промежуточных станций на однопутных линиях имеет две основные схемы: с расположением приемо-отправочных путей по разные стороны от главного пути (рис. 9.2, *а*) и с односторонним расположением приемо-отправочных путей по отношению к главному пути (рис. 9.2, *б*). Особенностью схем продольного типа является возможность прямого выхода с приемо-отправочных путей одного направления на пути другого направления.

Пути для приема транзитных поездов специализируются по направлениям, а сборные поезда принимаются на пути, расположенные рядом с грузовым районом.

Если на линии возникает необходимость сооружения второго главного пути, то в схеме, представленной на рис. 9.2, *а*, он укладывается со стороны пассажирского пути по трассе пути 2, вместо которого укладывают новый приемо-отправочный путь, а в горловинах переключают часть стрелочных переводов и укладывают диспетчерские съезды. В схеме, представленной на рис. 9.2, *б*, второй главный путь укладывают по трассе путей 2 и 3, вместо которых укладывают новые пути, причем обгонный путь нечетного направления (из «Б») может быть уложен со стороны существующего главного пути по продольной или полупродольной схеме.

Для станций продольного типа необходимо иметь станционную площадку, длина которой с учетом укладки в дальнейшем второго главного пути будет равна

$$L_{пл} = 2L_{по} + 800 \text{ м.} \quad (9.2)$$

В трудных условиях на площадке минимальной длины может быть размещена лишь основная часть станции, где укладывают пути одного направления, а на пути другого направления, если на нем не предусматривают производство маневровой работы и отцепку локомотива, можно допускать уклоны круче 2,5 ‰, соблюдая условия, изложенные в п. 5.4.

Если на станции продольного типа грузовые устройства размещены со стороны пассажирского здания (см. рис. 9.2, в), то второй главный и дополнительный приемо-отправочный путь целесообразно укладывать с противоположной стороны.

Схемы *полупродольного типа* (см. рис. 9.2, г) отличаются от схем продольного типа тем, что они не имеют прямого выхода с путей одного направления на пути другого направления и размещаются на более коротких площадках ($L_{пл} = L_{по} + 1050$ м). Как и в схемах продольного типа, вся маневровая работа со сборными поездами сосредоточена на основной группе путей, расположенных напротив пассажирского здания. Смещенный путь 2 служит в основном для приема поездов из «Б», следующих без работы на станции. Вытяжной путь и грузовые устройства на станциях полупродольного типа могут размещаться как со стороны «А», так и со стороны «Б».

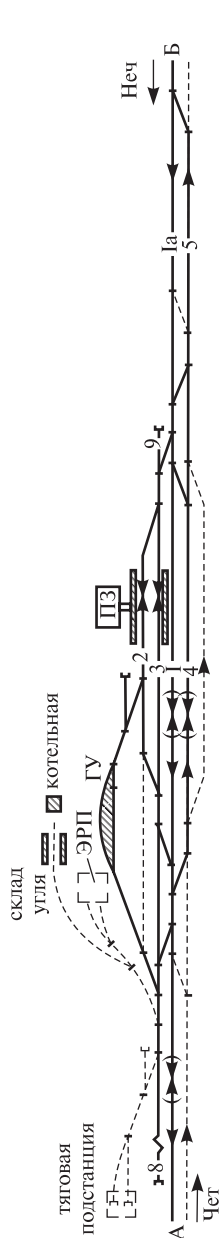
Сопоставление типов и схем промежуточных станций показывает, что на однопутных линиях станции продольного типа имеют следующие преимущества перед станциями поперечного типа:

- большую пропускную способность прилегающих перегонов вследствие некоторого сокращения их длины;
- лучшие условия безопасности при одновременном приеме поездов;
- возможность скрещения и обгона сдвоенных грузовых поездов;
- более удобные условия посадки и высадки пассажиров при приеме пассажирских поездов на главный путь. Это преимущество сохраняется и при сооружении второго главного пути, так как обгонный путь для грузовых поездов из «Б» не мешает проходу пассажиров к поездам и обратно;
- возможность размещения дополнительной погрузочно-выгрузочной площадки со стороны пассажирского здания, где обычно имеются удобные автомобильные подъезды.

Поэтому на новых линиях I и II категорий промежуточные станции, как правило, должны строиться продольного или полупродольного типов. Станции поперечного типа могут строиться на линиях III—IV категорий, а на линиях I и II категорий — лишь в трудных топографических условиях или как первая очередь продольного или полупродольного типа.



а



б

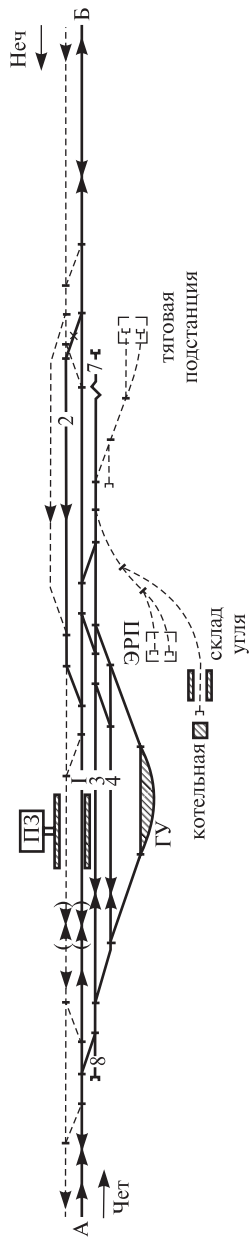


Рис. 9.2. Схемы промежуточных станций:

а, б — продольного; в — поперечного; г — полупродольного типов

Стрелочные горловины промежуточных станций должны удовлетворять следующим условиям:

- маневровая работа на вытяжном пути должна быть изолирована от приема и отправления транзитных поездов;
- при проектировании примыкания к станции путей необщего пользования необходимо обеспечить возможность приема поездов с них одновременно с приемом и отправлением поездов главного направления;
- на двухпутных линиях в каждом конце станции следует проектировать два диспетчерских съезда между главными путями;
- по возможности должен быть обеспечен прямой выход с погрузочно-выгрузочных путей на главный путь в обоих направлениях, без перестановки составов (это условие не относится к путям грузовых районов);
- при укладке дополнительных главных путей следует стремиться сохранять положение ранее уложенных стрелочных переводов.

В целях сокращения затрат на обслуживание и содержание устройств для производства грузовых операций создаются опорные станции. На этих станциях проектируются дополнительные пути для подборки вагонов по фронтам погрузки-выгрузки и на грузовой район со специализированными по роду груза складскими площадями.

Промежуточные станции, закрываемые для производства грузовых операций, превращаются в разъезды или обгонные пункты.

9.3. Промежуточные станции многопутных участков

На подходах железнодорожных линий к крупным городам при больших размерах движения, особенно пассажирского пригородного, возможна укладка дополнительных главных путей и образование многопутных (трехпутных, четырехпутных и т.д.) участков с поперечным и смещенным расположением приемо-отправочных путей в зависимости от существовавшей (до укладки дополнительных главных путей) схемы станции, размещения пассажирских и грузовых устройств, длины станционной площадки и других местных условий.

Кроме того, характер схем промежуточных станций зависит от числа и специализации (назначения) главных путей.

На трехпутном участке возможны два варианта расположения третьего главного пути двустороннего действия (см. рис. 9.3, *а*): между главными путями основной пары (вариант I) или сбоку от них (вариант II).

Главные пути I и II предназначаются в основном для пассажирского движения, но возможен также и пропуск по ним грузовых поездов. Главный путь III служит для двустороннего движения грузовых поездов, дальних пассажирских и пригородных поездов-«сорокоходов», следующих с небольшим числом остановок. Расположение III главного пути двустороннего действия выбирают в целом для участка в зависимости от условий развития головной пассажирской станции и удобства примыкания выходов с сортировочной станции.

На рис. 9.3, *б* изображена одна из схем промежуточной станции трехпутного участка с грузовыми устройствами, расположенными со стороны, противоположной пассажирскому зданию. Пунктиром показана возможность укладки тупика 10 для стоянки составов пригородных поездов. Схема соответствует обоим вариантам расположения III главного пути на подходе. Направление движения поездов по путям станции показано без скобок для варианта I, а в скобках — для варианта II расположения III главного пути. Путь 4 в варианте I служит для скрещения грузовых поездов с поездами, следующими по среднему главному пути, а в варианте II — для обгоняемых четных поездов, следующих по II главному пути; пути 6 и 7 в обоих вариантах используются для сборных поездов, а в варианте II путь 6 служит также для скрещения грузовых поездов.

Схема станции, приведенная на рис. 9.3, *б*, обеспечивает вход со всех главных путей на все приемо-отправочные пути станции и возможность скрещения поездов, следующих по главному пути III, независимо от пропуска поездов по I и II главным путям. При расположении III главного пути двустороннего действия по варианту I (между I и II главными путями) имеется возможность удобного перехода поездов с путей I и II на путь III и обратно.

В варианте II условия перехода со II главного пути на III и обратно несколько хуже, но зато при обороте пригородные составы не пересекают маршруты следования грузовых поездов по III главному пути.



Рис. 9.3. Схемы промежуточных станций многопутных линий:

a — варианты расположения третьего главного пути двустороннего действия; b — станция на трехпутной линии; δ — варианты специализации пар главных путей на четырехпутной линии; z — станция четырехпутного участка

На четырехпутном пригородном головном участке одна пара главных путей предназначается преимущественно для пригородного движения, другая пара путей — для смешанного. Возможно три варианта их специализации (см. рис. 9.3, в).

Схема станции четырехпутного участка, главные пути которого специализированы по варианту I, приведена на рис. 9.3, г. Она представляет две системы, соединенные между собой диспетчерскими съездами. Достоинства этой схемы — обособленность пригородного движения от местной работы и хорошие условия для развития зонной станции. Недостатки — меньшая маневренность в использовании главных путей из-за пересечений при переходе с одной пары главных путей на другую.

При специализации главных путей по варианту II (с пригородной парой внутри) условия развития зонной станции те же, что и при варианте I, но в этом случае облегчается переход с одной пары главных путей на другую. Однако внешнее расположение приемо-отправочных путей для грузового движения затрудняет передачу местных вагонов от нечетных поездов к грузовым устройствам.

Вариант III специализации главных путей с внешним расположением главных путей для пригородного движения вызывает серьезные затруднения при обороте пригородных моторвагонных составов на зонных и головной пассажирских станциях, поэтому этот вариант хуже предыдущих.

9.4. Путевое развитие на промежуточных станциях

Для пропуска транзитных грузовых и пассажирских поездов на промежуточных станциях в основном служат главные пути. Специализация их зависит от числа главных путей на подходах. На однопутных линиях главный путь в пределах станции — двухстороннего действия, как и на перегонах. На двухпутной линии главные пути специализируются по принципу правопутного движения. На трехпутной линии один из главных путей (как правило, средний) двухстороннего действия, а два других — для четного и нечетного направлений. На четырехпутных магистралях предусматривается попарная специализация главных путей. При этом два из них специализируются для приема-отправления только пассажирских поездов четного и нечетного направлений, а два других — для грузовых поездов четного и нечетного направлений.

Для пропуска транзитных грузовых поездов и обработки сборных поездов с местным грузом предусматриваются приемо-отправочные и выставочные пути. Для осуществления маневровой работы на приемо-отправочных путях со стороны расположения грузовых устройств устраивается вытяжка полезной длиной 250—400 м в зависимости от длины приемо-отправочных путей.

Удлиненные приемо-отправочные пути на промежуточных станциях, на которых предусматривается остановка поездов повышенной массы и длины или соединенных грузовых поездов, следует укладывать по поперечной схеме. На промежуточной станции, проектируемой в местности со спокойной топографией, при отсутствии искусственных сооружений и застроек на подходах, часть приемо-отправочных путей, где предусматривается остановка указанных выше поездов, проектируется (при обосновании) по продольной или полупродольной схемам.

Число приемо-отправочных путей на промежуточных станциях однопутных линий следует устанавливать в зависимости от структуры и размеров движения поездов, в соответствии с принятой схемой станции, а на многопутных линиях — с учетом специализации главных путей. Число путей должно быть не менее указанного в табл. 9.1 числа.

На предузловых станциях допускается увеличение числа приемо-отправочных путей на один сверх числа, указанного в табл. 9.1.

При пакетном и частично-пакетном графике движения, при наличии большого объема местной работы, а также в случаях примыкания путей необщего пользования с большим объемом работы, число дополнительных приемо-отправочных путей для маршрутных и других поездов, поступающих на станцию примыкания с сети железных дорог общего пользования под погрузку или выгрузку надлежит принимать по табл. 9.2.

При невозможности укладки дополнительных приемо-отправочных путей на станции, в ее схеме следует предусматривать дополнительные выставочные пути, число которых определяется в зависимости от величины вагонопотока и характера его переработки, числа примыканий путей необщего пользования, из расчета один путь на 6 пар поездов, но не менее двух путей.

Выставочные пути предназначаются для стоянки вагонов в ожидании грузовых операций или после их производства.

Таблица 9.1

Число приемо-отправочных путей на промежуточных станциях

Раздельный пункт	Число приемо-отправочных путей (кроме главных), для линий:					
	однопутной, при пропускной способности в парах поездов параллельного графика			двухпутной	трехпутной	четырепутной
	до 12	13—24	более 24			
Промежуточная станция	2	2	2—3	2—3	3—4	4—5

Таблица 9.2

Число дополнительных приемо-отправочных путей на промежуточной станции для маршрутных и других поездов, поступающих на станцию примыкания с сети железных дорог общего пользования под погрузку или выгрузку

Назначение путей	Число дополнительных приемо-отправочных путей при среднесуточном числе поездов одного направления	
	до 8	8—12
Прием или отправление маршрутных поездов:		
без деления маршрута на части	1	1
с делением на части	1—2	1—2
Прием и отправление сборных и участковых поездов	1—2	2—3

Примечания. 1. При двух и более примыканий путей необщего пользования число приемо-отправочных путей следует увеличивать на один путь.

2. При обслуживании путей необщего пользования локомотивом предприятия на станции следует предусматривать дополнительный ходовой путь.

Полезная длина выставочных путей должна быть принята стандартной, установленной на железнодорожном направлении, или по максимальной длине передаточного поезда, но не менее 300 м.

Вытяжные пути для маневровой работы по обслуживанию пунктов погрузки-выгрузки и в отдельных случаях для расформирования и формирования поездов сооружаются при размерах движения более 12 пар поездов в сутки. Полезная длина вытяжных путей устанавливается равной 450—500 м и соответствует примерно половине длины расчетного состава.

Если на станции не предусматривается укладка выставочных путей для местной работы, то такие пути предусматриваются в грузовых районах; число их должно быть не менее двух (для выставки подаваемых и убираемых подач), полезной длиной не менее 300 м. Эти пути должны иметь выход на вытяжной путь станции.

Погрузочно-выгрузочные пути, укладываемые на территории грузового района, предназначаются для стоянки вагонов во время грузовых операций. Полезная длина этих путей определяется фронтом погрузочно-выгрузочных работ, но не должна быть менее 120—150 м. В плане погрузочно-выгрузочные пути проектируются тупиковыми или сквозными по нормам, установленным для выставочных путей. Основное требование к их размещению — независимость подачи и уборки вагонов на каждый участок грузовых складов.

Эксплуатационно-ремонтные пункты дистанций пути и тяговые подстанции на электрифицированных участках обычно примыкают к вытяжному пути станции (см. рис. 9.1 и 9.2).

Пути для экипировки маневровых локомотивов размещаются вблизи путей грузового района. Обычно это два тупиковых пути полезной длиной по 100 м. На одном размещаются экипировочные устройства, а второй путь используется для выгрузки топлива, песка и смазочных масел.

Путь для стоянки подталкивающего локомотива располагается вблизи приемо-отправочных путей, откуда отправляются поезда в сторону затыжного подъема. Полезная длина этого пути принимается 60 м.

9.5. Пассажирские устройства на промежуточных станциях

К пассажирским устройствам на промежуточных станциях относятся, прежде всего, пути для приема и отправления пассажирских поездов.

Эти пути могут быть специализированными для приема-отправления только пассажирских поездов (как правило, крайний путь у пассажирского здания), либо неспециализированными — для выполнения операций с пассажирскими, пригородными и грузовыми поездами (главные и приемо-отправочные пути).

К устройствам для обслуживания пассажиров относятся также пассажирские здания, пассажирские платформы (основная и про-

межуточные) с переходами между ними (в одном уровне или в разных уровнях — пешеходные мостики и подземные переходы) и вспомогательные устройства (багажные склады, туалеты и др.).

Пассажирские здания с залами для пассажиров, билетными кассами, помещениями для начальника и дежурного по станции строят по типовым проектам на 25, 50, 100 и 200 пассажиров. На рис. 9.4 показано расположение помещений в типовых проектах пассажирского здания на 25 пассажиров (рис. 9.4, *а*) и 50 пассажиров (рис. 9.4, *б*). Располагаются здания на расстоянии не менее 20 м от оси ближайшего главного пути, а на линиях со скоростным движением — 25 м.

Для посадки и высадки пассажиров на промежуточных станциях предусматриваются основная (со стороны крайнего пути у пассажирского здания) и промежуточные (между главными и приемо-отправочными путями) пассажирские платформы. Эти платформы устраиваются высокими или низкими. Пол высоких пассажирских платформ проектируют на высоте 1100 мм, а низких — на высоте 200 мм над уровнем верха головки рельса. Учитывая небольшой, как правило, пассажиропоток на промежуточных станциях при их проектировании следует предусматривать низкие пассажирские платформы. При переустройстве существующих станций тип проектируемых пассажирских платформ следует сохранять по высоте существующих.

Ширину основной (боковой) пассажирской платформы следует принимать не менее 6 м, а при переустройстве существующих станций (в трудных условиях) — не менее 5 м в пределах расположения здания вокзала, и не менее 4 м на остальном протяжении. На вокзалах вместимостью менее 200 человек ширина боковой платформы должна быть не менее 3 м.

Ширину промежуточной платформы при небольшой величине пассажиропотока (посадка в один поезд не более 25 чел.) следует принимать не менее 4 м.

На скоростных линиях при безостановочном пропуске пассажирских поездов ширину промежуточной платформы при расположении ее между главными путями следует проектировать не менее 8 м, а в особо сложных условиях — не менее 6 м, предусматривая дополнительные меры по обеспечению безопасности пассажиров (устройство перил вдоль платформ с разрывом для прохода, оповестительную сигнализацию о подходе скоростного поезда).

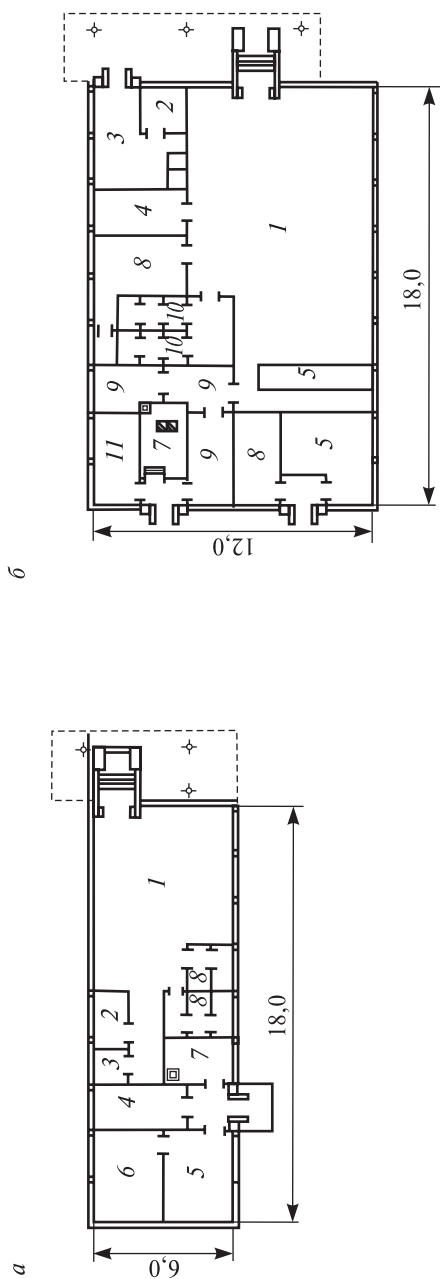


Рис. 9.4. Пассажирское здание на промежуточных станциях (типовые проекты) на 25 пассажиров (а); на 540 пассажиров (б):
 1 — зал ожидания; 2 — касса; 3 — багажное отделение; 4 — кабинет начальника станции; 5 — помещение дежурного по станции; 6 — релейная; 7 — топочная; 8 — комната для пассажиров с детьми; 9 — буфет и подсобное помещение; 10 — санузел; 11 — товарная контора

При наличии выходов из тоннелей, сходов с пешеходных мостов, павильонов и других сооружений, располагаемых на платформах, расстояние между крайней гранью сооружений и бортом платформы должно быть не менее 2 м.

Расстояние между осями путей, где располагается промежуточная платформа, определяется исходя из расстояния от оси путей до бортов платформы (низкой — 1,75 м, высокой — 1,92 м) и ширины платформы.

9.6. Грузовые и другие устройства промежуточных станций

Грузовые устройства на промежуточных станциях проектируются в зависимости от объема грузопереработки. Они специализируются по роду грузов (для грузов тарных и штучных, тяжеловесных, длинномерных, навалочных, контейнеров и т.д.). Для каждого рода груза рассчитываются складские площади, их длина, средства механизации, фронт погрузки-выгрузки со стороны подъезда автотранспорта и др.

Грузовые устройства располагаются, как правило, на отдельной площадке, называемой *грузовым районом* (рис. 9.5). Склады грузовых районов проектируются обычно по типовым проектам. При небольших объемах работы для тарно-упаковочных грузов достаточно одной комбинированной типовой секции (крытый склад и платформа). Ширина платформ для контейнеров, тяжеловесов и навалочных грузов определяется типами погрузочно-выгрузочных машин (автопогрузчики, козловые или мостовые краны).

Выбор средств комплексной механизации погрузки-выгрузки и рациональной планировки территории производится по объему работы грузового района.

В зависимости от грузооборота различают четыре категории грузовых районов (до 7, 8—17, 18—27, 28—37 вагонов в сутки).

Размещение грузового района в значительной степени влияет на технологию работы и пропускную способность станции. Грузовой район на станции размещают так, чтобы обеспечить удобное сообщение с близлежащими населенными пунктами, промышленными и сельскохозяйственными предприятиями. Подъезд автотранспорта к складским помещениям и площадкам проектируют с наименьшим числом пересечений железнодорожных путей автотранспортом. Грузовой район целесообразнее располагать напротив пасса-

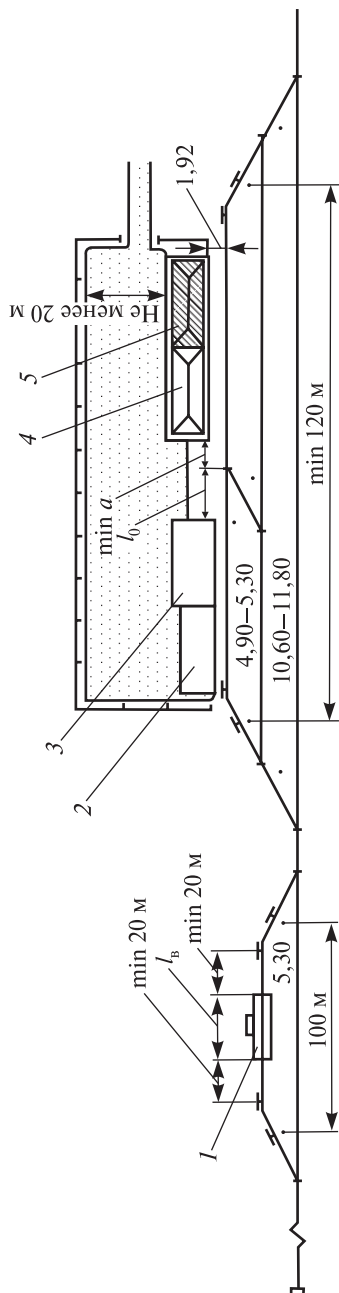


Рис. 9.5. Схема грузового района:

1 — вагонные весы; 2 — площадка для навалочных грузов; 3 — контейнерная площадка; 4 — крытая платформа; 5 — крытый склад; l_b — длина вагонных весов; l_0 — расстояние от торца контейнерной площадки до центра стрелочного перевода; a — расстояние от стыка рамного рельса до центра стрелочного перевода

жирского здания. В этом случае пропускная способность станции увеличивается за счет ликвидации пересечения главных путей и изоляции маневровой работы по подаче-уборке вагонов.

При необходимости размещения грузового района со стороны пассажирского здания (трудные условия) следует относить его от вокзала на расстояние, обеспечивающее дальнейшее развитие станции и безопасность производства маневровой работы. На опорных промежуточных станциях целесообразно создание объединенных распределительных баз со складами долгосрочного хранения грузов, что сократит число промежуточных станций с переработкой грузов на местах общего пользования, уменьшит затраты на строительство и содержание складского хозяйства, приведет к более рациональному использованию устройств для грузовых операций.

Расположение грузовых устройств на промежуточных станциях может быть параллельным приемо-отправочным путям, а в случае примыкания путей необщего пользования с большим объемом грузовой работы и на опорных промежуточных станциях — под углом к продольной оси станции.

Железнодорожные пути необщего пользования целесообразно примыкать вблизи грузового района для обеспечения более полного использования погрузочно-выгрузочных машин и концентрации маневровой работы. Склады для легковоспламеняющихся грузов проектируют в отдалении от основных устройств грузового района, пассажирского здания, служебных помещений и жилых районов.

Кроме основных, на промежуточных станциях проектируют устройства сигнализации, централизации и блокировки, связи, электроснабжения, водоснабжения и др.

Устройства сигнализации, централизации и блокировки состоят из входных и выходных сигналов, управляемых дежурным по станции или поездным диспетчером (при диспетчерской централизации). При ручном управлении стрелочными переводами во входных горловинах строятся (с правой стороны по направлению движения поезда) стрелочные посты. На промежуточных станциях электрифицированных линий проектируют контактную сеть, а на части из них располагают также тяговые подстанции.

Для снабжения населенных пунктов и технических нужд строятся устройства водоснабжения, располагаемые на расстоянии не менее 150 м от оси пассажирского здания и 70 м от оси главного

пути. Устройства водоснабжения состоят из водозаборных и водонапорных сооружений, насосных станций, напорных и разводящих сетей, гидрокolloнок, пожарных и водоразборных кранов. Водонапорные сооружения располагают на возвышенных местах, вблизи основного потребителя воды.

Осветительные линии размещают вне путевого развития. В первую очередь освещаются горловины станций, пассажирские платформы и грузовые устройства.

Контрольные вопросы

1. Какие раздельные пункты относятся к промежуточным станциям? Их классификация.
2. Дайте описание основных схем промежуточных станций. Каковы условия их применения?
3. С какой целью создаются опорные станции? Назовите их особенности.
4. Назовите особенности промежуточных станций многопутных участков.
5. Каким образом устанавливается число приемо-отправочных путей на промежуточных станциях?
6. Назовите устройства для обслуживания пассажирского движения на промежуточных станциях.
7. Назовите устройства для грузовых операций на промежуточных станциях.

Глава 10. ПЕРЕУСТРОЙСТВО РАЗЪЕЗДОВ, ОБГОННЫХ ПУНКТОВ И ПРОМЕЖУТОЧНЫХ СТАНЦИЙ

10.1. Основные причины переустройства и общие требования к проектным решениям

Переустройство разъездов, обгонных пунктов и промежуточных станций производится в связи с введением новых видов тяги или более мощных локомотивов, строительством вторых путей, переходом на безостановочное скрещение поездов (на однопутных линиях), вводом в обращение соединенных поездов или поездов повышенной длины, развитием устройств для пассажирского или грузового движения, примыканием новых линий или путей необщего пользования, введением скоростного и высокоскоростного движения пассажирских поездов.

К основным видам переустройства рассматриваемых отдельных пунктов относятся: удлинение приемо-отправочных путей для повышения массы и длины поездов; укладка дополнительных главных путей при увеличении размеров движения; строительство новых, расширение и (или) удлинение существующих пассажирских платформ; развитие грузовых устройств; примыкание новых линий и путей необщего пользования; оборудование станции новыми устройствами автоматики и телемеханики, требующими переустройства путевого развития.

Исходными данными для разработки проектов переустройства рассматриваемых отдельных пунктов являются:

- планы существующих станций (разъездов, обгонных пунктов);
- продольные и поперечные профили на отдельном пункте и подходах к нему;
- данные инженерно-геологических и гидрометеорологических изысканий;

- прогнозные значения предполагаемых размеров движения, грузовой работы и др.;

- сведения о возможном развитии отдельного пункта в перспективе (за пределами расчетного срока).

Основные требования к проектам переустройства сводятся к следующим:

- максимальное сохранение и рациональное использование существующих сооружений и устройств;

- учет и внедрение новейших достижений техники и технологии;

- максимальное приближение нетиповых схем отдельных пунктов к современным типовым решениям;

- улучшение условий обслуживания пассажиров и тяготеющих к станции предприятий.

10.2. Переустройство отдельных пунктов в связи с удлинением приемо-отправочных путей

При удлинении существующих путей на отдельных пунктах следует соблюдать условие обеспечения минимальных объемов работ по переустройству горловин станции, сносу существующих зданий и сооружений.

Удлинение путей рекомендуется в ту сторону, где имеется запас длины станционной площадки, главный путь прямой и нет крупных искусственных сооружений. При равных благоприятных условиях удлинение путей производится, как правило, в сторону более простой (по конструкции) горловины и пологого уклона.

При отсутствии запаса длины станционной площадки ее приходится удлинять с изменением профиля подходов главных путей (если они имеют уклон более 1,5 ‰) в сторону подхода с меньшим уклоном, что обеспечивает меньший объем земляных работ. Для уменьшения объема земляных работ в порядке исключения допускается удлинение путей в обе стороны.

В трудных условиях, чтобы избежать срезки существующего земляного полотна или больших объемов работ по подъёмке пути допускается применение льготных норм проектирования. Уклон на удлиняемой части может быть принят более 2,5 ‰, но при условии, что на этой части не будут производиться маневровые работы.

На рис. 10.1 показан пример удлинения приемо-отправочных путей на промежуточной станции с вариантами изменения продольного профиля на подходе.

В первом варианте (см. рис. 10.1, *а*) существующий профиль станционной площадки сохраняется без изменения, во втором варианте (см. рис. 10.1, *б*) для уменьшения объемов земляных работ на части длины станционной площадки L_1 существующий уклон $i_c^{ст}$ изменяется на проектный $i_{пр}^{ст}$, допустимый по нормам проектирования.

Зависимость длин элементов профиля и их уклонов определяется уравнениями:

— в первом варианте

$$L_{уд} i_{пр}^{ст} + L_x i_{пр} = (L_{уд} + L_x) i_c; \quad (10.1)$$

— во втором варианте

$$L_1 i_c^{ст} + (L_{уд} + L_x) i_c = (L_1 + L_{уд}) i_{пр}^{ст} + L_x i_{пр}, \quad (10.2)$$

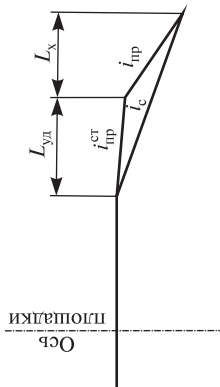
где L_x — длина нового элемента профиля с уклоном $i_{пр}$.

Из уравнений (10.1) и (10.2) при известных значениях $i_c^{ст}$, $i_{пр}^{ст}$, i_c , $L_{уд}$ и L_1 можно определить значения L_x , задаваясь уклоном $i_{пр} \leq i_r$ или подобрать $i_{пр}$, задаваясь длиной элемента L_x .

В рассмотренном на рис. 10.1, *в* примере станционную площадку удлиняют на насыпи в сторону «Б» на 200 м. Для уменьшения объема земляных работ при реконструкции для удлиняемой части станционной площадки применяется проектный уклон 2,5 ‰. В этом случае новая проектная отметка перелома профиля в конце станционной площадки составит: $125,40 - 200 \cdot 0,025 = 124,90$ (м). Чтобы выйти с новой отметки в конце станционной площадки 124,9 м на существующую отметку перелома профиля элемента подхода к станции со стороны «Б», равную 123,30 м, необходимо применить на протяжении 300 м уклон 5,3 ‰.

Если станционная площадка ограничена с обеих сторон крутыми уклонами или искусственными сооружениями, которые при удлинении приемо-отправочных путей необходимо переустраивать, то в этих случаях необходимо проводить технико-экономическое сравнение вариантов переустройства станции.

а



б

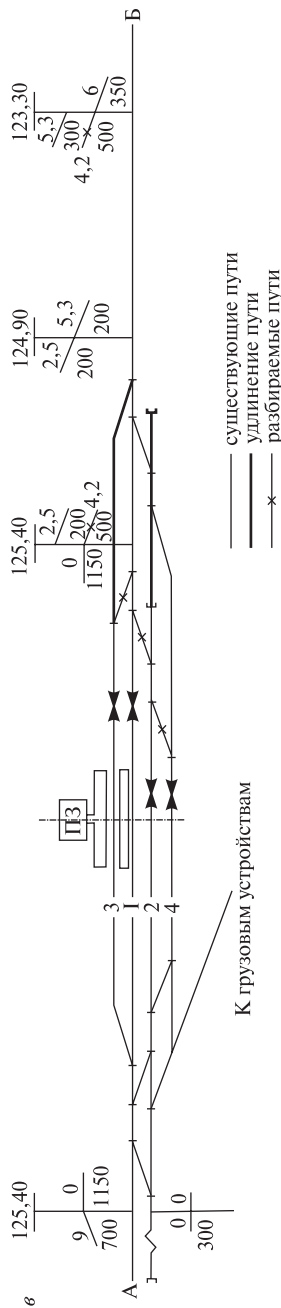
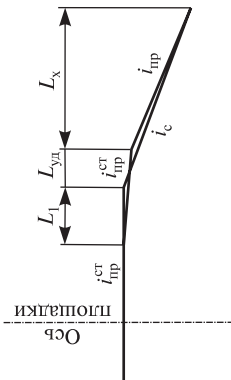


Рис. 10.1. Примеры удлинения путей на промежуточной станции:

а — без изменения существующего профиля станионной площадки; б — на части длины станионной площадки L_1 ; в — пример удлинения станионной площадки на насыпи в сторону «Б» на 200 м; $i_{с}^{ст}$ — существующий уклон станионной площадки; $i_{пр}^{ст}$ — проектный уклон, допустимый по нормам проектирования; i_c — существующий уклон подхода к станции; $i_{пр}$ — проектный уклон подхода к станции, допустимый по нормам проектирования; $L_{уд}$ — расстояние, на которое удлиняется станионная площадка; L_x — длина элемента профиля на подходе к станции после удлинения станионной площадки

10.3. Переустройство промежуточных станций при сооружении дополнительных главных путей

Вторые главные пути сооружают в тех случаях, когда другие мероприятия по усилению пропускной и провозной способности однопутной линии (введение более мощных локомотивов с удлинением приемо-отправочных путей, оборудование линии автоблокировкой, организация безостановочного скрещения поездов) не обеспечивают освоения растущих перевозок.

На промежуточных станциях, построенных по типовым схемам, второй главный путь обычно укладывают со стороны, противоположной размещению грузовых устройств, так как при этом требуется меньшее переустройство существующих горловин и не затрагивается вытяжной путь. Положение второго главного пути намечается, как правило, еще при проектировании станций однопутных линий (см. типовые схемы промежуточных станций на рис. 9.1—9.2). Оно увязывается со сторонностью второго главного пути на перегоне и должно обеспечивать минимальный объем сноса существующих устройств и уменьшение общей стоимости работ.

В результате переустройства тип станции (поперечный, продольный, полупродольный) в большинстве случаев сохраняется, но в практике допустимы и некоторые отступления, когда станция продольного типа после укладки второго пути превращается в станцию поперечного типа (см. рис. 9.2, в) или станция поперечного типа переустраивается в станцию полупродольного или продольного типа. В отдельных случаях может быть изменено положение вытяжного пути и грузовых устройств.

При сооружении второго главного пути необходимо заменить верхнее строение (чтобы оно отвечало нормам для главных путей) на приемо-отправочном пути, который превратится в часть главного пути и уложить, по крайней мере, один дополнительный приемо-отправочный путь. Путь для приема сборного поезда целесообразно укладывать на той стороне станции, где сосредоточены грузовые устройства и примыкания путей необщего пользования, так как в противном случае возникают пересечения главных путей маневровыми передвижениями при подаче и уборке вагонов к местам погрузки-выгрузки. Эти передвижения вызывают излишние задержки сборных поездов. Пересечение противоположного главного пути при приеме сборного поезда на «неправильную» сторону связано со значительно меньшими сложностями.

При укладке второго главного пути следует тщательно рассмотреть варианты выбора его сторонности — со стороны пассажирского здания или с противоположной стороны от него в увязке с выбором проектируемой схемы переустройства станции.

Например, при сохранении поперечной схемы (см. рис. 9.1, б) новый приемо-отправочный путь должен быть уложен перед пассажирским зданием. Однако такой вариант имеет следующие недостатки: главные пути отделяются от пассажирского здания еще одним путем, в связи с чем, усложняется проход пассажиров на промежуточную платформу; помимо промежуточной пассажирской платформы, приходится строить также новую основную платформу.

Указанные недостатки исключаются при переходе от поперечной схемы станции к продольной или полупродольной схемам. Однако маневровая работа со сборными поездами нередко требует обгона локомотива. Поэтому при больших размерах движения по главным путям требуется укладка дополнительно двух путей по полупродольной или продольной схеме, что увеличивает строительные затраты.

Недостатком продольной схемы является также удлинение станционной площадки.

При наличии на нечетном подходе уклона круче 2,5 ‰ возможность перехода к схеме продольного типа может быть вообще исключена, либо допустима с уменьшением уклона на этом подходе.

При расположении на существующей промежуточной станции грузовых устройств на стороне, противоположной пассажирскому зданию, переход от поперечной к продольной или полупродольной схеме при строительстве второго главного пути имеет дополнительные преимущества: на подходе с нечетной стороны не требуется укладка двух новых приемо-отправочных путей; главные пути не отделяются от пассажирского здания приемо-отправочными путями. В этих условиях, при благоприятном профиле нечетного подхода, преимущество продольной и особенно полупродольной схем станции перед поперечной схемой бесспорно.

На пригородных двухпутных участках с интенсивным движением поездов может возникнуть потребность в укладке третьего, а затем и четвертого главного пути. Примеры переустройства станции поперечного и продольного типа при этом приведены на рис. 10.2.

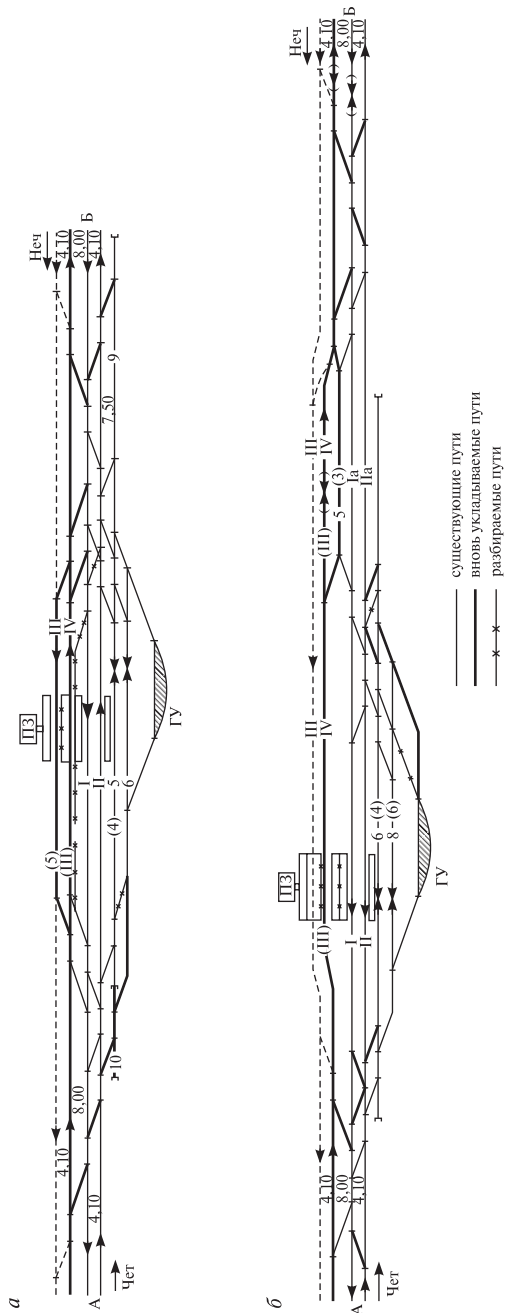


Рис. 10.2. Примеры переустройства промежуточных станций поперечного (*a*) и продольного (*б*) типов при строительстве третьего и четвертого главных путей

Во всех случаях при строительстве дополнительных главных путей необходим всесторонний анализ схемы переустраиваемой станции.

10.4. Переустройство промежуточных станций при электрификации существующих линий

Электрификация существующих линий требует переустройства станций, на которых, как правило, оборудуют контактной сетью приемо-отправочные пути и съезды, включая диспетчерские, по которым предусматривается пропуск поездов с электрической тягой.

Если на промежуточной станции всю маневровую работу по подаче вагонов к местам погрузки-выгрузки и их уборке предусмотрено выполнять электровозом сборного поезда, то контактной сетью оборудуются и пути, по которым предусматриваются эти маневры (кроме погрузочно-выгрузочных путей, на которых предусматривается работа грузовых механизмов). На тех станциях, где маневровая работа по обслуживанию погрузочно-выгрузочных путей выполняется приписным или диспетчерским маневровым тепловозом, электрифицируются только вытяжной путь и головные участки тех путей, на которые вагоны от сборного поезда, отставляют поездным электровозом и с которых электровозом убирают прицепляемые к поезду группы, подготовленные маневровым тепловозом.

Основной задачей, которую приходится решать при переустройстве станций в связи с электрификацией железнодорожных линий, является выбор места для размещения опор контактной сети. Подвеска контактных проводов в пределах отдельных пунктов производится одним из следующих трех способов:

- на гибких поперечинах, прикрепленных к металлическим опорам. Этот способ применяется при необходимости перекрытия поперечинами большого числа путей и отсутствии междупутий шириной, достаточной для установки в них промежуточных железобетонных опор. Гибкими поперечинами перекрываются, как правило, до 10 путей;

- на жестких поперечинах, устанавливаемых на конических железобетонных опорах в виде мостиков. Опоры этих поперечин размещаются в междупутьях шириной, не менее 5,4 м (на прямой). Применение жестких поперечин позволяет перекрывать одним пролетом до 8 путей.

— на консолях, устанавливаемых на отдельных железобетонных опорах. Консоль может быть применена для подвески контактных проводов над одним-двумя путями. Этот способ используется для подвески контактных проводов над отдельными путями, расположенными вне общего парка, а также для фиксации воздушных стрелок над стрелочными переводами.

Расстояние от внутренней грани опоры до оси ближайшего пути (при установке опор в середине междупутья на прямых участках) должно быть не менее 2,45 м, а до оси главного пути — не менее 3,10 м.

При расположении опор контактной сети в пределах раздельного пункта за крайним путем, расстояние от грани опор до оси ближайшего пути по условиям работы снегоочистителя должно быть не менее 3,10 м. То же расстояние является минимальным в случае, когда опоры контактной сети устанавливаются на боковой пассажирской платформе. При ее ширине до 4 м опоры контактной сети рекомендуются устанавливать за пределами платформы.

С учетом указанных размеров выбираются междупутья для размещения опор контактной сети, а при необходимости проектируется передвижка и перекладка отдельных путей.

На промежуточных станциях количество параллельно расположенных путей, как правило, не более 10, поэтому при электрификации установка опор контактной сети в междупутьях не требуется; их размещают за крайними путями.

10.5. Примыкание новых линий и путей необщего пользования к промежуточным станциям

К промежуточным станциям обычно примыкают новые линии местного значения с грузовым и пассажирским движением. Примыкание новой линии вызывает необходимость:

- переустройства горловины для обеспечения возможности одновременного приема поездов с существующей и новой линии;
- укладки не менее одного дополнительного приемо-отправочного пути;
- при интенсивном движении на существующей линии может сооружаться путепроводная развязка для исключения пересечения маршрутов в одном уровне.

Прежде чем проектировать новое примыкание, необходимо установить направление его подхода с учетом корреспонденции поездопотоков. Примыкание должно быть запроектировано так, чтобы свести к минимуму угловые потоки.

На рис. 10.3 показан пример примыкания новой линии «Б» к промежуточной станции, расположенной на двухпутной линии. В рассматриваемом случае переустройство станции заключается в укладке дополнительного приемо-отправочного пути 5, пассажирского пути 7, ряда стрелочных переводов, а также устройство новой пассажирской платформы.

Пунктиром на рис. 10.3 показана путепроводная развязка, которая при технико-экономическом обосновании сооружается во вторую очередь, если существующая двухпутная линия имеет большие размеры движения и по расчетам загрузки горловина станции не обеспечивает заданную пропускную способность.

При наличии в районе промежуточной станции промышленных предприятий к ним следует проектировать подъездные пути при вагонообороте предприятия не менее 5 вагонов в сутки.

Вариант примыкания промышленных предприятий к станции определяется расположением площадки предприятия по отношению к станции и способом организации обслуживания промышленного предприятия (локомотивом ОАО «РЖД» или собственным), суточными объемами поступления вагонов и наличием организованных маршрутов.

На промышленных предприятиях, не имеющих путевого развития для обгона локомотивов, их подъездные пути примыкают к станции таким образом, чтобы обеспечивать подачу вагонов к грузовым фронтам предприятий осаживанием вагонами вперед, а уборку — локомотивом вперед.

Если предприятие имеет путевое развитие, позволяющее производить обгон локомотива, подачу и уборку вагонов осуществляют локомотивом вперед.

Основные требования примыкания к станции предприятий сводятся к обеспечению:

- возможности прямого выхода на главные пути станции, особенно при поступлении (отправлении) организованных маршрутов;

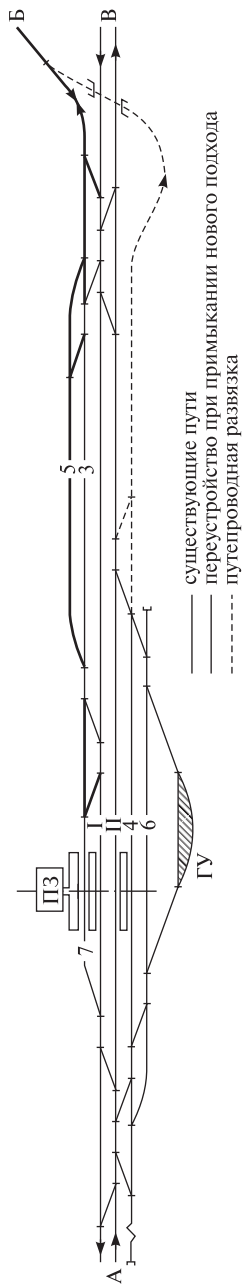


Рис. 10.3. Пример примыкания нового подхода к промежуточной станции на двухпутной линии

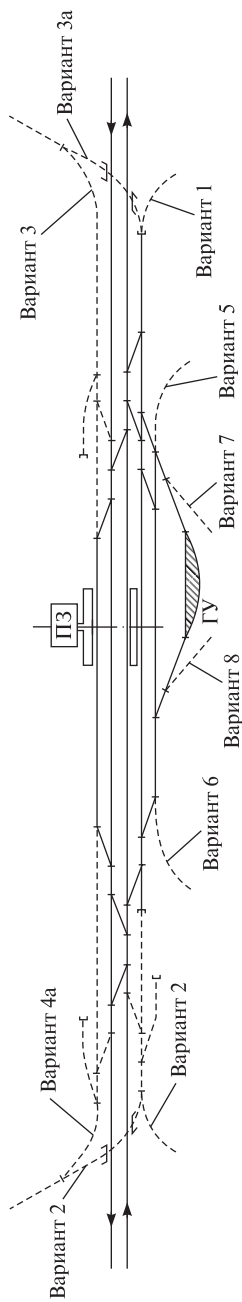


Рис. 10.4. Варианты примыкания путей необщего пользования к промежуточной станции

- минимального числа пересечений маршрутов при подаче вагонов на предприятие и уборке их оттуда;
- удобной связи примыкания предприятия с путями для производства маневровой работы на станции;
- безопасности работы путем исключения возможности неконтролируемого выхода вагонов на станцию за счет устройства предохранительных тупиков, сбрасывающих башмаков и стрелок.

Возможные варианты примыкания предприятий к промежуточной станции двухпутной линии представлены на рис. 10.4.

Варианты 1—4 применяют при примыкании крупных предприятий с погрузкой или выгрузкой маршрутов. При этом варианты 1 и 2 предпочтительнее, поскольку в них работа с примыкающими предприятиями изолирована от пассажирских устройств. При вариантах 3 и 4 возникают пересечения главных путей маневровыми передвижениями, что снижает пропускную способность станции, а также вызывает необходимость дополнительных работ по переустройству горловин и увеличению числа станционных путей. Поэтому при больших размерах движения на линии для уменьшения задержек подвижного состава на пересечениях маршрутов могут устраивать путепроводные развязки (варианты 3а и 4а). Целесообразность такого решения необходимо обосновывать технико-экономическими расчетами.

Варианты 5 и 6 по своим достоинствам занимают промежуточное положение, так как в них выход маршрутов на предприятие обеспечен, но только с одного приемо-отправочного пути.

Варианты 7 и 8 допустимы при примыкании малодетальных предприятий с поступлением небольших групп вагонов.

10.6. Особенности переустройства промежуточных станций и обгонных пунктов при введении скоростного движения пассажирских поездов

При организации скоростного движения пассажирских поездов переустройство промежуточных станций и обгонных пунктов производят с целью обеспечения пропуска поездов по раздельным пунктам с максимальными скоростями, установленными на прилегающих перегонах. При этом характер и объем работ по переустройству зависит от того, есть ли в пределах станции кривые в плане главных путей, или же главные пути прямые.

При наличии в плане главных путей кривых, радиусы которых меньше допустимого для обеспечения движения пассажирских поездов с принятым уровнем максимальной скорости $v_{\max}$, необходимо все параметры кривых привести в соответствие с требованиями скоростного движения.

Радиус круговых кривых необходимо довести до величины

$$R \geq \frac{v_{\max}^2 - k v_{\text{ср.кв}}^2}{3,6^2 a_{\text{н}}}, \quad (10.3)$$

где $v_{\max}$ — максимальная скорость движения пассажирских поездов, км/ч; $v_{\text{ср.кв}}$ — среднеквадратическая скорость движения поездов по кривой, км/ч; k — коэффициент, учитывающий относ. в кривой центра тяжести вагонов; обычно $k = 1,1$; $a_{\text{н}}$ — непогашенное поперечное ускорение, м/с^2 ; принимается не более $0,6 \text{ м/с}^2$, а в трудных условиях — не более $1,0 \text{ м/с}^2$.

Среднеквадратическая скорость (в м/с) вычисляется из выражения

$$v_{\text{ср.кв}} = \sqrt{\frac{\sum n_i Q_i v_i^2}{\sum n_i Q_i}}, \quad (10.4)$$

где n_i , Q_i , v_i — соответственно число, вес и скорость движения поездов различных категорий по рассматриваемой кривой;

Возвышение наружного рельса в кривой (в мм) должно иметь величину

$$h = k 12,5 \frac{v_{\text{ср.кв}}^2}{R}, \quad (10.5)$$

где $v_{\text{ср.кв}}$ подставляется в км/ч, а R — в м.

Длина переходных кривых $l_{\text{п}}$ должна быть не менее $2h$, а в трудных условиях $1,5h$. Во всех случаях $l_{\text{п}} \geq 20 \text{ м}$.

Величина прямых вставок между смежными кривыми принимается не менее 150 м , а в трудных условиях — не менее 100 м .

При размещении в плане промежуточных станций на прямых, прежде всего, необходимо устранить обратные кривые, устраиваемые на подходах для увеличения расстояния между осями главных путей (с $4,10 \text{ м}$ до $5,30 \text{ м}$). С этой целью производят сдвигку одного из главных путей для обеспечения между ними на станции такой же величины междупутья, как и на прилегающих перегонах.

Кроме того, требуется:

- заменить стрелочные переводы на главных путях на скоростные с непрерывной поверхностью катания и увеличить прямые вставки между ними до 25 м, а в трудных условиях — до 12,5 м;
- убрать пассажирские платформы между главными путями, а расположенные рядом с главными путями довести по ширине до 8 м с устройством переходов в разных уровнях;
- переустроить путевое развитие для реализации указанных требований, поскольку стрелочные переводы для скоростного движения имеют длину большую, чем у обычных переводов;
- провести реконструкцию электрической централизации стрелок и сигналов, так как скоростные переводы имеют подвижные сердечники крестовины, требующие дополнительных электроприводов;
- переустроить контактную сеть в связи с изменением положения центров стрелочных переводов для увеличения вставок между ними и осей путей для расширения пассажирских платформ, что потребует переноса опор, а также модернизировать конструкцию контактной подвески в соответствии с требованиями скоростного движения.

10.7. Развитие пассажирских и грузовых устройств на промежуточных станциях

При развитии устройств для обслуживания пассажирского движения удлиняют существующие и строят новые платформы, сооружают переходы между платформами в разных уровнях. При строительстве тоннелей или пешеходных мостов уширяют платформы, сдвигают или перекладывают станционные пути. При организации на станции оборота части пригородных поездов укладываются пути для отстоя составов этих поездов.

Развитие грузовых устройств на промежуточных станциях предусматривают при увеличении объемов промышленного производства, обслуживаемого станцией района, или концентрации на ней грузовой работы.

Концентрация грузовой работы на меньшем числе станций обеспечивает повышение производительности труда, более эффективное использование погрузочно-выгрузочных механизмов, а также

обеспечивает ускорение следования сборных поездов и снижение простоя местных вагонов.

Выбор станции, на которой целесообразно концентрировать грузовую работу, осуществляют на основе технико-экономических расчетов с учетом необходимых инвестиций в развитие станции, сокращения эксплуатационных расходов железных дорог и увеличения расходов на перепробеги автомобилей.

При переустройстве грузовых районов расширяют и строят новые складские площади, устанавливают вагонные весы (при погрузке навалочных грузов), укладывают дополнительные выставочные пути, удлиняют при необходимости существующие вытяжные пути.

10.8. Определение объемов работ по развитию разъездов, обгонных пунктов и промежуточных станций

Для определения размеров инвестиций, необходимых для развития раздельного пункта, подсчитывают объемы работ: по земляному полотну; верхнему строению пути и искусственным сооружениям; устройствам сигнализации, централизации и блокировки, связи; энергетическому хозяйству и др. При необходимости расширения полосы отвода и сноса существующих строений учитываются связанные с этим затраты.

Объем земляных работ подсчитывается отдельно для насыпи и выемки по поперечным профилям, снимаемым на пикетах и в характерных местах (изменение ширины земляного полотна, нулевое место), из выражения:

$$V = \sum \frac{l(F_1 + F_2)}{2}, \text{ м}^3, \quad (10.6)$$

где l — расстояние между смежными поперечными профилями или от поперечного профиля до нулевого места, м; F_1, F_2 — площади поперечных профилей насыпи или выемки на смежных профилях, м^2 .

Для систематизации расчетов объема земляных работ составляется ведомость в соответствии с табл. 10.1.

В объемах работ по верхнему строению учитывается разборка, укладка и перекладка пути, стрелочных переводов и глухих пересечений отдельно по каждому типу, а также объем балласта отдельно по видам.

Таблица 10.1

Расчет объема земляных работ реконструируемой станции

Пикеты и сечения	Расстояние, м	Насыпи			Выемки		
		$F, \text{ м}^2$	$F_{\text{ср}}, \text{ м}^2$	Объем, $V, \text{ м}^3$	$F, \text{ м}^2$	$F_{\text{ср}}, \text{ м}^2$	Объем, $V, \text{ м}^3$
	Итого				Итого		

Протяженность укладки пути определяется отдельно для главных, прямо-отправочных и прочих путей за вычетом длин стрелочных переводов. При этом составляется ведомость путей по форме табл. 10.2, в которой указывается назначение каждого пути, полная, полезная и строительная длина.

Таблица 10.2

Ведомость железнодорожных путей

№№ путей	Назначе- ние путей	Тип рельсов	Ограничивающие элементы		Длина, м		
			от стрелки	до стрелки (тупика, пикет)	полная	полез- ная	строитель- ная
	Итого						

Ведомость стрелочных переводов составляется по форме, приведенной в табл. 10.3. Тип стрелочных переводов определяется по типу рельсов пути, на которых они уложены. Марку крестовины каждого стрелочного перевода определяют по виду поездов, отклоняемых на боковой путь через данный стрелочный перевод. Сторонность стрелочных переводов определяется отклонением подвижной единицы при движении ее со стороны рамного рельса стрелочного перевода.

Таблица 10.3

Ведомость стрелочных переводов

Тип рельса	Сторонность	Марка крестовины	Номер стрелочного перевода	Количество, шт.
Р65				
Р50 новые				
Р50 старогод- ние				
	ИТОГО:			

Объем работ по прокладке автодорог, лотков, возведению пассажирских платформ и других устройств определяется по масштабному плану станции. Для зданий и искусственных сооружений объем работ определяется на основе типовых проектов и заносится в ведомость зданий и сооружений, в соответствии с табл. 10.4.

Таблица 10.4

Пример ведомости проектируемых зданий и сооружений

Но- мер на плане	Наименование здания, сооружения	Кол-во	Обозна- чение до- кумента	Примечания
1	2	3	4	5
1	Пассажирское здание	1		на 50 пассажиров
2	Багажное отделение	1		
3	Торговые киоски	2		Размеры определяются владельцами киосков
4	Боковая пассажирская платформа	1		Длина платформы при- нята 400 м, ширина 6 м
5	Промежуточная пасса- жирская платформа	1		Длина — 400 м, ширина — 3 м
6	Проходная грузового района	1×21		По типовому проекту стрелочного поста
7	Служебно-техническое здание грузового района	1		Подбирается в зависи- мости от объема работы
8	Трансформаторная под- станция	1		По типовому проекту
9	Крытые склады			По типовому проекту

1	2	3	4	5
10	Крытая погрузочно-выгрузочная платформа			По типовому проекту
11	Гараж для автомашин			По типовому проекту
12	Автомобильные весы			По типовому проекту
13	Железобетонная эстакада повышенного пути			По типовому проекту
14	Бурты сыпучих грузов			
15	Стрелочные посты			Типовой проект
16	Железобетонный забор			Длина определяется по масштабному плану

Для удобства и систематизации расчета объемов и стоимости работ по развитию разъездов, обгонных пунктов и промежуточных станций составляют ведомости (см. табл. 10.5), в которые включают также работы по подготовке территории строительства (снос зданий и сооружений, перенос автодорог и строительство новых, в том числе в пределах грузового района, прирезка полосы отвода, перенос различных коммуникаций и др.).

Все работы и затраты группируются по главам сводной сметы и для ориентировочных расчетов определяются по укрупненным показателям стоимости строительства.

Таблица 10.5

Пример ведомости объемов и стоимости строительства работ

Номер показателя	Наименование глав сметного расчета	Единица измерения	Стоимость, тыс. руб.	Количество	Сумма, тыс.руб.	Примечания
1	2	3	4	5	6	7
	Глава 1. Подготовка территории строительства					
1.1	Отвод земельного участка и разбивка основных осей	га				Определяется по масштабному плану станции
1.2	Рубка леса и корчевка пней	га				
1.3	Снос сооружений и зданий	м ³				
1.4	Перенос линий электро-снабжения	км				

Продолжение табл. 10.5

1	2	3	4	5	6	7
1.5	То же, линий связи	км				
1.6	Отвод автодорог	м ²				
1.7	Восстановление (рекультивация) нарушенных земель	га				
	Итого по главе 1					
2.1	Глава 2. Земляное полотно Земляное полотно станционных путей, включая главные	м ³				Определяется по ведомости подсчета земляных работ
2.2	Водоотводные каналы	м ³				
2.3	Железобетонные лотки:	пог. м				
	Итого по главе 2					
3.1	Глава 3. Искусственные сооружения Подпорные стенки: из монолитного бетона из железобетонных блоков	м ³				
3.2	Трубы круглые железобетонные: отверстие 1,0 м отверстие 1,5 м	пог. м				
3.3	Путепровод длиной до 25 м	мост				
	Итого по главе 3					
4.1	Глава 4. Верхнее строение пути Укладка главного пути рельсами Р65 при 2000 ж/б шпалах	км				Определяется по ведомости путей
4.2	Укладка приемо-отправочных путей при 1840 ж/б шпалах	км				
4.3	Укладка станционных путей при 1600 деревянных шпалах	км				

1	2	3	4	5	6	7
4.4	Укладка стрелочных переводов: Р65 марки 1/11 Р65 марки 1/9 Р50 марки 1/11 Р50 марки 1/9	компл.				Определяется по ведомости стрелочных переводов Определяется по норме расхода балласта на 1 км пути Определяется по масштабному плану станции
4.5	Балластировка пути щебеночным балластом	м ³				
4.6	То же, песчаным	м ³				
4.7	Устройство переезда шириной 7,5 м через два пути под углом 90°	переезд				
4.8	Установка ж.-б. упоров	упор				
4.9	Разборка ж.-д. пути	км				
4.10	Разборка стрелочных переводов	компл.				
	Итого по главе 4					
5.1	Глава 5. Устройство связи Линии связи: воздушные кабельные	км				Определяется по масштабному плану станции
5.2						
	Итого по главе 5					
6.1	Глава 6. Устройство СЦБ Переездная сигнализация с авто-шлагбаумом	переезд				Определяется по масштабному плану станции
6.2	Реконструкция устройств электрической централизации	стрелка				
6.3	Автоматическая очистка стрелок электрической централизации	стрелка				
	Итого по главе 6					

1	2	3	4	5	6	7
	Глава 7. Здания и сооружения производственные и служебные					
7.1	Пассажирское здание вместимостью 50 чел.	здание				Опре- деля- ется по масш- табному плану станции
7.2	Пассажирские платформы: низкие	м ²				
7.3	Служебно-техническое здание для обслуживания грузового района	здание				
7.4	Крытый склад шириной 18 м	пог. м				
7.5	Грузовые платформы: крытая открытая	м ²				
7.6	Открытый склад для переработки контейнеров и тяжеловесов с козловым краном пролетом 16 м	пог. м				
7.7	Повышенный путь высотой 2,5 м	пог. м				Опре- деля- ется по масш- табному плану станции
7.8	Вагонные весы грузоподъемностью 150 т	шт.				
7.9	Автомобильные весы грузоподъемностью 30 т	шт.				
7.10	Устройство покрытий: автопроездов и площадок ГУ	м ²				
7.11	автодороги пешеходных дорожек Постройка ж.-б. забора ГУ	пог. м				
	Итого по главе 7					
	Глава 8. Энергетическое хозяйство					
8.1	Тяговая подстанция переменного тока	под- станция				Опре- деля- ется по масш- табному плану станции
8.2	Устройство контактной сети	км				
	Итого по главе 8					

1	2	3	4	5	6	7
9.1	Глава 9. Водоснабжение, канализация, теплофикация и газоснабжение Источник водоснабжения	источник				Определяется по техническому заданию на проектирование
9.2	Водопроводная сеть хозяйственно-питьевая	пог. м				
9.3	Канализационная сеть	пог. м				
9.4	Тепловые сети (комплекс работ на промежуточной станции)	разд. пункт				
9.5	Газопроводная сеть	пог. м				
	Итого по главе 9					
	Итого по главам 1—9					
Глава 10. Эксплуатационный инвентарь Глава 11. Временные здания и сооружения Глава 12. Прочие работы и затраты Глава 13. Содержание дирекции строящегося предприятия Глава 14. Проектно-изыскательские работы. Непредвиденные работы и затраты		Можно принимать в размере 25—30 % от суммы затрат по главам 1—8				
Всего по сметному расчету						

На основе ведомостей объемов и стоимости работ определяется требуемый размер инвестиций на развитие отдельного пункта.

Контрольные вопросы

1. Каковы основные причины переустройства отдельных пунктов с путевым развитием?
2. Назовите общие требования к проектным решениям при переустройстве отдельных пунктов с путевым развитием.
3. Назовите основные особенности переустройства отдельных пунктов в связи с удлинением приемо-отправочных путей.
4. Назовите основные особенности переустройства промежуточных станций при сооружении второго главного пути.

5. Назовите основные особенности переустройства промежуточных станций при электрификации существующих линий.

6. Назовите основные особенности переустройства промежуточных станций при примыкании новых линий и подъездных путей.

7. Назовите основные особенности переустройства промежуточных станций и обгонных пунктов при организации скоростного движения пассажирских поездов.

8. Каковы основные особенности переустройства промежуточных станций в связи с развитием пассажирских и грузовых устройств?

9. Опишите порядок определения объемов работ по развитию разъездов, обгонных пунктов и промежуточных станций.

Раздел III

УЧАСТКОВЫЕ СТАНЦИИ

Глава 11. НАЗНАЧЕНИЕ УЧАСТКОВЫХ СТАНЦИЙ, ИХ КЛАССИФИКАЦИЯ И РАЗМЕЩЕНИЕ НА СЕТИ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ

11.1. Назначение участковых станций и их размещение на железнодорожных линиях

К участковым относятся станции, основное назначение которых состоит в смене поездных локомотивов и локомотивных бригад, техническом обслуживании, экипировке и ремонте локомотивов, техническом обслуживании, ремонте и коммерческом осмотре вагонов, расформировании и формировании участковых и сборных поездов.

Кроме указанных операций на участковых станциях в больших объемах, чем на промежуточных станциях, производятся: посадка, высадка и обслуживание пассажиров; погрузка, выгрузка, хранение грузов и багажа; обслуживание железнодорожных путей необщего пользования.

На отдельных станциях могут производить формирование отпра-вительских маршрутов, техническое обслуживание и экипировку рефрижераторных вагонов, снабжение пассажирских вагонов водой и топливом.

Размещение участковых станций на сети железных дорог об-щего пользования зависит от вида тяги и способа тягового обслу-живания поездов, расстояния, которое грузовые поезда могут про-следовать без технического обслуживания вагонов.

Протяженность участков обращения локомотивов определяется конфигурацией соответствующего полигона сети железных дорог общего пользования и структурой вагонопотоков.

В процессе развития отечественного железнодорожного транспорта совершенствовалась система эксплуатации локомотивов. При этом происходило изменение способов обслуживания локомотивов бригадами, длин участков обращения локомотивов, технологии ремонтов тягового подвижного состава, а, следовательно, и методов использования (эксплуатации) локомотивов. Тяговые плечи в 100—120 км были объединены в удлиненные и разветвленные участки обращения локомотивов протяженностью 600—800 км и более, что обеспечило сокращение на станциях непроизводительных простоев локомотивов, позволило увеличить их среднесуточный пробег, а также повысить производительность труда локомотивных бригад.

Участок обращения локомотивов — часть железнодорожной сети общего пользования, ограниченная пунктами их оборота. *Пункт оборота* — это станция, на которой все локомотивы, прибывающие с поездами (или резервом), отправляются с поездами (или резервом) только во встречном направлении (кроме случаев пересылки с участка на участок локомотивов, следующих в ремонт или по регулировке). В зависимости от схемы и протяженности различают три типа участков обращения локомотивов: короткий, удлиненный и разветвленный.

Короткий участок обращения локомотивов — часть железнодорожной линии, соответствующая участку работы локомотивных бригад. При эксплуатации локомотивов на коротких участках эксплуатационное депо обслуживает один (см. рис. 11.1, а) или несколько (см. рис. 11.1, б) участков. *Удлиненный участок* — железнодорожное направление, состоящее из нескольких участков работы локомотивных бригад и включающее хотя бы один промежуточный пункт смены локомотивных бригад между пунктами оборота локомотивов (см. рис. 11.1, в). *Разветвленный участок* — железнодорожное направление с примыкающими к нему линиями и включающее несколько участков работы локомотивных бригад с наличием промежуточного пункта смены локомотивных бригад хотя бы на одном из направлений участка обращения (см. рис. 11.1, г).

Для обеспечения необходимого уровня контроля технического состояния локомотивов желательно иметь *ремонтные локомотивные депо* по концам участка их обращения или в одном конце иметь *основное депо* с ремонтной базой, а в другом — *оборотное депо* без ремонтной базы или пункт оборота локомотивов. В пределах уча-

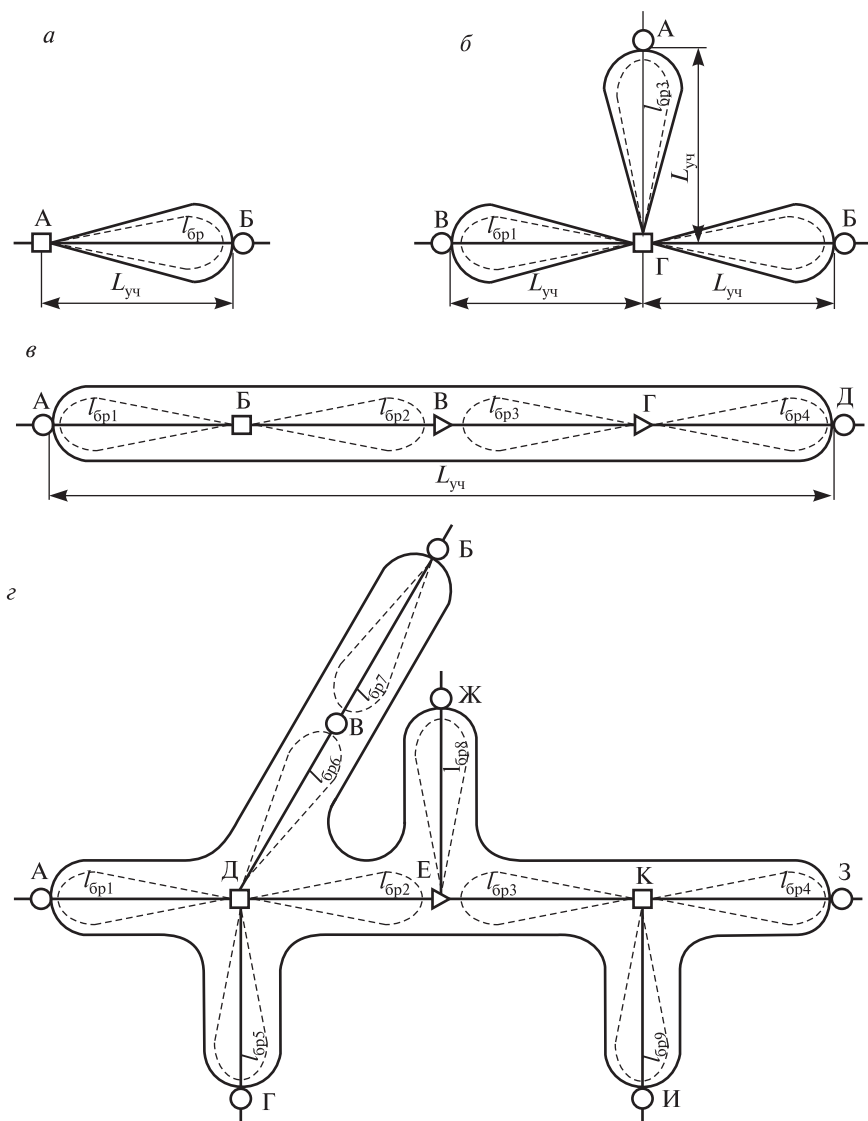


Рис. 11.1. Схемы участков обращения локомотивов коротких (а, б), удлиненных (в) и разветвленных (г):

□ — депо приписки локомотивов, ○ — пункты оборота; ► — станции смены локомотивных бригад; $L_{\text{уч}}$ — участки обращения локомотивов, $l_{\text{бр}}$ — участки работы локомотивных бригад

стка обращения локомотивов имеются станции с *пунктами смены локомотивных бригад*, которые являются также станциями технического обслуживания и коммерческого осмотра вагонов, расформирования и формирования участковых и сборных поездов.

11.2. Классификация участковых станций

В настоящее время участковые станции различаются характером работы, мощностью и взаимным расположением основных устройств. Взаимное расположение устройств станций во многом зависит от местных условий (топографических, географических, застройка территории и др.).

Среди факторов, определяющих тип и конструкцию участковой станции, наибольшее значение имеют род тяги, роль станции в тяговом обслуживании участков, число путей на главной линии, наличие примыканий других линий, взаимное расположение основных парков, размещение локомотивного хозяйства по отношению к основным паркам, объем транзитного движения и местной работы, длина станционной площадки, а также местные условия.

В зависимости *от рода тяги* участковые станции могут быть для электрической, тепловозной и смешанной тяги. В случае примыкания к участковой станции электрифицированных линий с разной системой тока (переменного и постоянного тока) образуются станции стыкования участков с разными системами тока.

Участковые станции в зависимости *от роли в тяговом обслуживании* поездов делятся:

- на станции с основным ремонтным депо;
- станции с оборотным ремонтным депо или пунктом оборота локомотивов в конце участка, если в этом же конце нет основного ремонтного депо;
- станции смены локомотивных бригад (здесь, при необходимости, экипируются локомотивы транзитных поездов).

В зависимости *от числа путей* на подходах различают станции однопутных, двухпутных и многопутных линий. В зависимости *от числа примыкающих подходов* участковые станции бывают не узловыми, т.е. расположенные на однопутной или двухпутной линии, и узловые с тремя и более подходами линий.

По *взаимному расположению основных парков* различают участковые станции поперечного, продольного и полупродольного типа,

а также с последовательным размещением пассажирских устройств и приемо-отправочных парков для грузового движения.

11.3. Основные операции, выполняемые на участковых станциях

В зависимости от характера работы на участковых станциях проектируют путевое развитие и другие устройства для выполнения всех или части следующих основных операций:

- посадка и высадка пассажиров, прием, хранение и выдача багажа, грузобагажа и почты;

- технические операции с пассажирскими поездами — прием и отправление, техническое обслуживание вагонов за период стоянки поездов, смена локомотивов, а в отдельных случаях их ремонт, техническое обслуживание и экипировка, смена локомотивных бригад;

- технические операции с грузовыми поездами — прием и отправление, техническое обслуживание и коммерческий осмотр вагонов, зарядка и опробование автотормозов, смена локомотивов, их ремонт, техническое обслуживание и экипировка с отцепкой или без отцепки от составов;

- смена локомотивных бригад и поездных бригад сборных поездов, экипировка рефрижераторных секций и поездов, обслуживание автономных рефрижераторных вагонов, расформирование и формирование поездов, отцепка и прицепка групп вагонов к транзитным поездам;

- операции, связанные с обращением поездов повышенной массы, длины и соединенных поездов — прием, отправление, объединение, разъединение, опробование тормозов и другие операции;

- прием, хранение и выдача грузов, подача (уборка) вагонов на погрузочно-выгрузочные пункты, погрузка-выгрузка грузов, взвешивание грузов (вагонов) и проверка габаритности у мест погрузки, а в необходимых случаях — сортировка и перегрузка грузов;

- подача неисправных вагонов к месту их ремонта, ремонт, а также промывка, дезинфекция и другие операции с вагонами;

- подача составов и отдельных вагонов из приемо-отправочных парков к специализированным устройствам (промывочно-пропарочным пунктам, дезо-промстанциям, скотопогрузочным и другим устройствам).

При наличии задания на участковых станциях следует проектировать пути и устройства специального назначения, пути для стоянки вагонов с опасными грузами, выгрузки снега, стоянки пожарных и восстановительных поездов.

Транзитные пассажирские поезда, имеющие остановку на участковой станции, принимают на главные или приемо-отправочные пассажирские пути. Во время стоянки транзитных пассажирских поездов одновременно с посадкой и высадкой пассажиров производится погрузка-выгрузка багажа и почты, технический осмотр состава и безотцепочный ремонт вагонов. На некоторых станциях осуществляется снабжение составов водой, а в зимнее время и топливом. Смена пассажирских локомотивов и локомотивных бригад в настоящее время имеет место только на отдельных участковых станциях. Скорые поезда, не имеющие остановки на участковой станции, пропускаются по главным путям.

Транзитные грузовые поезда, следующие без переработки на участковой станции, принимаются на пути приемо-отправочных парков, где осуществляется смена локомотивов и локомотивных бригад (в зависимости от схемы тягового обслуживания). С транзитными грузовыми поездами выполняются техническое обслуживание и коммерческий осмотр составов, зарядка и проверка автотормозов. На некоторых участковых станциях локомотивы транзитных грузовых поездов экипируют без отцепки от составов на приемо-отправочных путях.

Участковые и сборные поезда принимаются преимущественно на крайние пути приемо-отправочного парка, ближайшие к сортировочным путям. После отцепки локомотива, технического и коммерческого осмотра и разметки состава их подают на вытяжной путь и расформировывают по соответствующим путям сортировочного парка. Далее вагоны, следующие под выгрузку или погрузку, подают на пути грузового района или на пути необщего пользования.

В участковых поездах на станцию прибывают вагоны либо под выгрузку, либо назначением на промежуточные станции прилегающих участков, из которых формируют сборные поезда с подборкой вагонов по промежуточным станциям участка. Из вагонов, прибывающих на станцию в сборных поездах, формируют участковые поезда до ближайших сортировочных станций.

Вагоны для формирования участковых и сборных поездов накапливаются на путях сортировочного парка. Расформирование и формирование составов выполняют двумя локомотивами на вытяжных путях с обоих концов сортировочного парка, а при значительном объеме работы — на горке малой мощности. Готовые составы переставляют для отправления на пути приемо-отправочного парка или отправляют непосредственно с путей сортировочного парка.

На участковых станциях, обслуживающих крупный промышленный район, могут формироваться сквозные поезда в соответствии с планом формирования.

Грузовая работа на участковой станции предусматривает погрузку и выгрузку вагонов в грузовом районе, обслуживание прилегающих к станции путей необщего пользования, взвешивание вагонов с навалочными грузами на вагонных весах. Кроме того, на участковых станциях могут выполнять: сортировку вагонов с мелкими отправлениями; экипировку изотермических вагонов; снабжение водой вагонов с живностью; очистку и промывку порожних вагонов, а также другие операции.

Контрольные вопросы

1. Какие станции относятся к участковым?
2. Какие факторы влияют на размещение участковых станций на сети железных дорог?
3. Как следует располагать ремонтные локомотивные депо на участке обращения локомотивов для обеспечения необходимого уровня контроля технического состояния локомотивов?
4. Что такое участок обращения локомотивов? Назовите типы участков обращения.
5. Дайте классификацию участковых станций.
6. Назовите основные операции, выполняемые на участковых станциях.
7. Опишите порядок приема транзитных пассажирских поездов, имеющих остановку на участковой станции.
8. Опишите порядок приема транзитных грузовых поездов, следующих без переработки на участковой станции.
9. Опишите порядок приема участковых и сборных поездов на участковую станцию.

Глава 12. СХЕМЫ УЧАСТКОВЫХ СТАНЦИЙ

12.1. Принципы расположения устройств на участковых станциях

Для выполнения технологических операций на участковых станциях предусматривают следующие основные комплексы устройств:

- пассажирские устройства — вокзалы, привокзальные площади с автомобильными подъездами, пассажирские платформы с тоннельными или иными переходами, перронные приемо-отправочные и отстойные пути, почтово-багажные устройства;

- устройства для грузового движения — приемо-отправочные и сортировочные парки, вытяжные и ходовые пути, горловины, оборудование приемо-отправочных парков для технического обслуживания грузовых поездов (воздухопроводы, транспортные дорожки и тоннели, радиопереговорные колонки и др.);

- грузовые устройства — склады различных типов, погрузочно-разгрузочные механизмы, автомобильные проезды, путевое развитие и служебно-технические здания, расположенные в грузовом районе;

- локомотивное хозяйство — ремонтная база, пункты технического обслуживания локомотивов, пункты смены локомотивных бригад, экипировочные устройства и др.;

- вагонное хозяйство — эксплуатационные устройства и ремонтная база;

- базы технического обслуживания пути, устройств сигнализации, централизации и блокировки, связи, энергоснабжения и контактной сети;

- устройства материально-технического обеспечения всех подразделений железнодорожного участка (материальный склад);

- служебно-технические здания общего назначения — контора начальника станции, станционный технологический центр, пост

электрической централизации стрелок и сигналов (пост ЭЦ), посты дежурных по паркам и др.

Взаимное расположение основных устройств на станции должно в максимальной степени отвечать общим требованиям проектирования станций, изложенным ранее в главе 7. Кроме того, оно должно обеспечивать:

- наибольшие удобства для населения;
- максимальную независимость работы каждой группы основных устройств, разделение пассажирских и грузовых операций, отделение маневровой работы от поездных передвижений, расположение грузового района, локомотивного и вагонного хозяйств за пределами приемо-отправочных парков;
- удобную и кратчайшую связь взаимодействующих элементов без помех в работе других устройств;
- минимум взаимных пересечений маршрутов массовых передвижений (особенно маршрутов приема поездов);
- благоприятные условия для кооперирования однородных устройств и сооружений;
- внедрение рационального технологического процесса, основанного на максимальной поточности передвижений и использовании современных средств автоматизации и механизации производственных процессов.

Рациональная схема размещения основных устройств на участковой станции (на примере станции поперечного типа однопутной линии) приведена на рис. 12.1.

Пассажирские устройства размещаются рядом с главным путем со стороны города, что обеспечивает удобство подъезда пассажиров и благоприятные возможности для рациональной планировки при вокзальной площади в увязке с городской застройкой. Устройства для грузового движения размещаются с другой стороны от главного пути, что позволяет отделить пассажирские операции от обработки грузовых поездов, обеспечивает независимое развитие в перспективе этих основных устройств в разные стороны от главного пути, а также большую безопасность движения, маневренность, независимость основных массовых разнородных операций. На станциях продольного и полупродольного типов часть приемо-отправочных путей для транзитных грузовых поездов одного из направлений размещается со стороны пассажирских устройств и последовательно им.

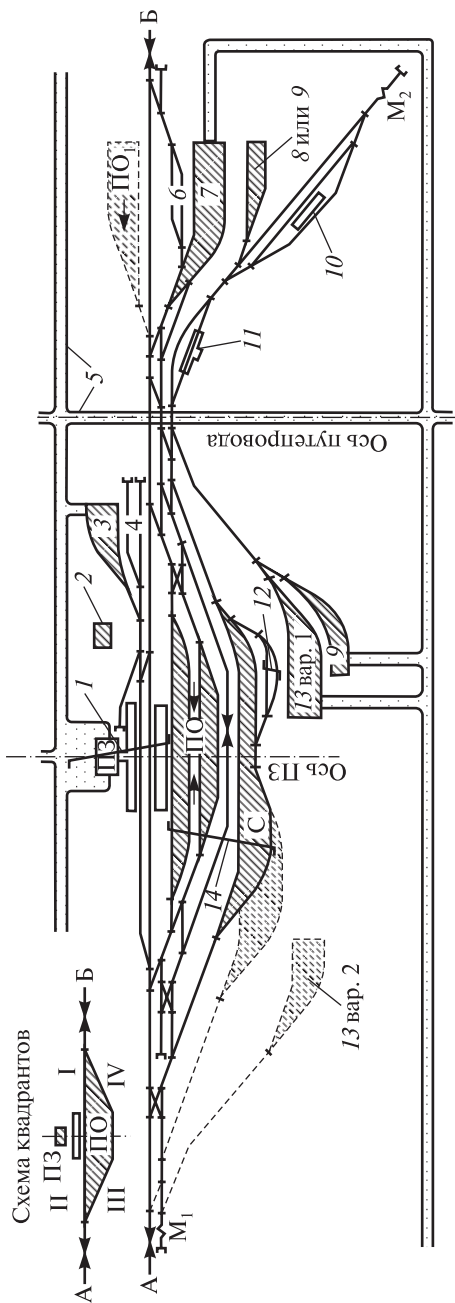


Рис. 12.1. Схема размещения устройств на участковой станции поперечного типа однопутной линии:

1 — пассажирские устройства; 2 — пост ЭЦ; 3 — базы технического обслуживания постоянных устройств и эксплуатации — ремонтный пункт линейных участков; 4 — пути отстоя местных пассажирских составов; 5 — автодороги; 6 — пути стоянки пожарного и восстановительного поездов; 7 — локомотивное хозяйство; 8 — вагонное ремонтное депо; 9 — материальный склад; 10 — пункт промывки вагонов; 11 — вагонные весы; 12 — механизированный пункт ремонта вагонов; 13 — грузовой район; 14 — устройства для грузового движения; ПО, ПО₁ — приемо-отправочные парк; «А», «Б» — подходы к станции; С — сортировочный парк; М₁, М₂ — вытяжные пути

Грузовой район (ГР) рекомендуется размещать (см. рис. 12.1, вариант 1) со стороны хвостовой горловины сортировочного парка с примыканием к вытяжному пути M_2 в центральной горловине, к которой примыкают также пути локомотивного (ЛХ) и вагонного (ВХ) хозяйств. Это объясняется тем, что размещение ЛХ не оставляет возможности для удлинения парковых путей станции в его сторону, т.е. эта горловина закрепляется на своем первоначальном месте. При этом противоположную горловину необходимо освободить от всяких примыканий и на продолжении станционной площадки не размещать какие-либо здания и сооружения. Такое решение обеспечивает в дальнейшем беспрепятственное удлинение парковых путей и увеличение их количества.

При невозможности размещения ГР по варианту 1 он может быть построен и с примыканием к вытяжному пути M_1 (см. рис. 12.1, вариант 2), однако в этом случае его расположение должно быть таким, чтобы удлинение приемо-отправочных и сортировочных путей в перспективе не вызывало необходимости сноса ГР. Это обеспечивается тем, что примыкание путей ГР к вытяжному пути отдалается на 250—300 м от горловины сортировочного парка.

При размещении ГР по вариантам 1 и 2 обеспечивается кратчайшая и удобная связь его с сортировочным парком без пересечения или занятия поездных маршрутов. Однако в этих случаях требуется устройство путепровода для развязки пересечения главного пути (или горловины станции) с автомобильной дорогой, связывающей город с ГР. На рис. 12.1 такой путепровод показан в центральной горловине.

В отдельных случаях при технико-экономическом обосновании может быть допущено размещение ГР со стороны пассажирского здания. Такое решение упрощает движение грузового автотранспорта в сообщении город — грузовой район, но вызывает пересечение всей горловины и главных путей маневровыми передачами на ГР и обратно, а также ухудшает условия планировки привокзальной площади. Размещение ГР по последнему варианту может быть допущено при малых размерах движения поездов и местной работы, а также при некоторой удаленности города от вокзала.

Локомотивное хозяйство по характеру выполняемых операций можно разделить на две части: экипировочные устройства (ЭУ) и ремонтную базу (РБ). Обычно обе части размещаются на общей

площадке. ЭУ предназначаются для осмотра, обмывки, снабжения топливом, водой, смазкой и сухим песком локомотивов. Эта группа устройств тесно связана с приемо-отправочными парками, поэтому их желательно размещать как можно ближе к горловине приемо-отправочных парков в IV квадранте или четверти (схема квадрантов относительно осей главного пути и пассажирского здания приведена в верхнем левом углу на рис. 12.1).

Последовательно ЭУ рекомендуется располагать РБ. Такое решение обеспечивает минимальный пробег сменяемых поездных локомотивов при всех типах станции и лучшие условия дальнейшего развития основных устройств при минимальном переустройстве наиболее загруженной центральной горловины (горловина, к которой примыкает ЛХ, называется центральной). Это особенно наглядно видно при развитии участковой станции поперечного типа в продольный или полупродольный тип (см. рис.12.1, пункт $ПО_1$). В этом случае головы обоих приемо-отправочных парков оказываются вблизи ЛХ, облегчая тем самым смену локомотивов.

В последнее время при необходимости расположения экипировочных позиций в крытом здании применяют блокирование секции экипировки с основным зданием депо.

В отдельных случаях при невозможности размещения ЛХ в IV четверти оно может быть расположено в III четверти. Крайне нежелательно сооружение ЛХ в I и II четвертях (со стороны пассажирского здания), так как такой вариант не отвечает приведенным выше требованиям к взаимному размещению основных устройств участковой станции.

Рядом с ЛХ в непосредственной близости к главным путям размещают пути стоянки восстановительного и пожарного поездов. Эти пути должны иметь прямые выходы на главные пути с обеих сторон. К месту стоянки пожарного и восстановительного поездов подводятся сети электроснабжения, водоснабжения и канализации.

Вагонное хозяйство (ВХ) включает эксплуатационные устройства и ремонтную базу. К первой относятся здания и устройства, обеспечивающие техническое обслуживание составов в парках станции: пункт технического обслуживания вагонов; автоконтрольный пункт опробования тормозов; воздушные магистрали в парках; транспортные дорожки для перемещения запасных деталей вагонов в меж-

дупутях приемо-отправочных парков; электросварка; устройства для централизованного ограждения составов на путях приемо-отправочного парка и др. Все перечисленные устройства размещаются в приемо-отправочных парках и рядом с ними.

Ремонтная база предназначена для проведения плановых отцепочных ремонтов вагонов и может размещаться либо на общей с ЛХ площадке, либо на самостоятельной площадке со стороны сортировочного парка с примыканием к вытяжному пути M_2 .

В первом случае создаются благоприятные возможности для объединения однородных устройств обоих хозяйств: служебно-технических и бытовых зданий, мастерских по ремонту кузовов, автотормозов, колесных пар, рессорного подвешивания, энергетических установок и т.д. Такая кооперация позволяет снизить общие капитальные затраты на 5—10 %, а эксплуатационные расходы — на 10—12 %. При этом достигается существенное повышение производительности труда рабочих и улучшаются условия их труда и быта.

При проектировании на станции пункта текущего отцепочного ремонта вагонов (ПТОР) его размещают, как правило, с внешней стороны сортировочного парка с примыканием в центральной горловине (см. рис. 12.1, позиция 12).

Что касается других станционных устройств, то жестких требований к их размещению не предъявляется. Тем не менее, длительный опыт проектирования, строительства и эксплуатации таких устройств позволяет рекомендовать следующее:

- базы технического обслуживания постоянных устройств и эксплуатационно-ремонтный пункт линейных участков (ЭРП) целесообразно располагать вблизи ЛХ или со стороны пассажирского здания в I четверти с обеспечением удобных выходов на перегоны;
- материальный склад удобнее проектировать рядом с ГР, что позволит кооперировать средства механизации, служебно-технические здания, автомобильные подъезды и инженерные сети;
- пост ЭЦ размещают со стороны пассажирского здания ближе к центральной горловине;
- пути стоянки пожарного и восстановительного поездов необходимо проектировать вблизи ЛХ с удобными выходами на перегоны;
- пункт промывки вагонов целесообразно размещать параллельно вытяжному пути M_2 ;

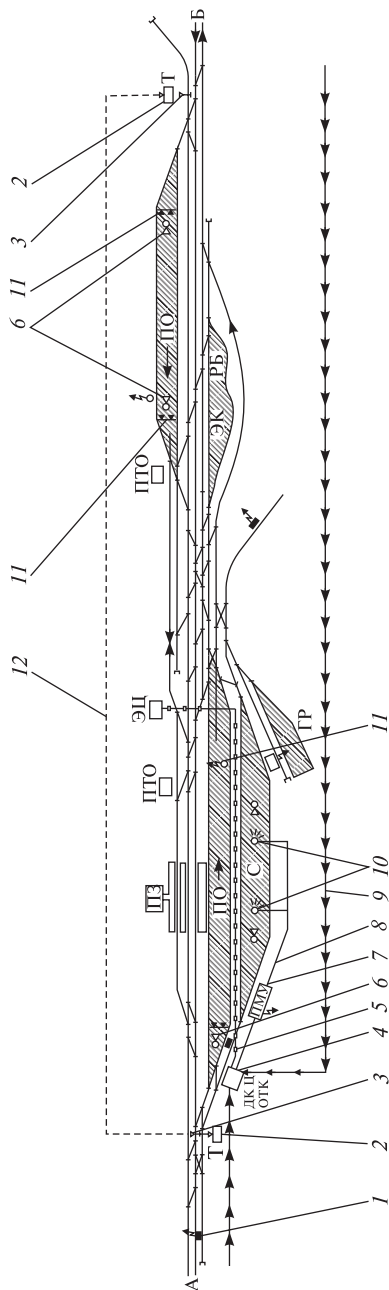


Рис. 12.2. Схема расположения служебно-технических зданий на участковой станции и оснащение ее средствами связи:

1 — локомотивная радиосвязь; 2 — посты проверки документов; 3 — бункер для грузовых документов; 4 — пост маневрового диспетчера и объединенная техническая контора; 5 — пневматическая почта; 6 — переговорные колонки радиосвязи; 7 — посты местного управления централизованными стрелками; 8 — кабель телевизионной камеры; 9 — информационная связь; 10 — передающая телевизионная камера и громкоговорители маневровой радиосвязи; 11 — оповестительная парковая связь; 12 — телеграфная связь; ЭЦ — пост дежурного по станции и управления электрической централизацией стрелок; ПТО — пункты технического обслуживания вагонов; ЭК — экипировочные устройства локомотивов; РБ — ремонтная база локомотивов; ГР — грузовой район

- вагонные весы размещают последовательно путям ГР в районе вытяжного пути M_2 ;

- пути отстоя местных пассажирских составов проектируют со стороны пассажирского здания последовательно пассажирским приемо-отправочным путям.

Рациональное взаимное расположение основных устройств позволяет с наибольшей эффективностью использовать дорогостоящие сооружения и подвижной состав.

Размещение служебно-технических зданий на участковой станции увязывают с технологией ее работы. Так, станционный технологический центр (СТЦ) и помещения маневрового диспетчера (ДСЦ) следует размещать на посту управления основного сортировочного устройства (вытяжки, горки). Пост ЭЦ с помещением дежурного по станции (ДСП) целесообразно размещать в районе пассажирского здания с хорошим обзором путей. Посты местного управления стрелками размещают в обеих горловинах сортировочного парка. На рис. 12.2 приведено рекомендуемое размещение служебно-технических зданий, оповестительной и информационной связи, которым следует руководствоваться при их проектировании.

12.2. Схемы участковых станций однопутных, двухпутных и многопутных линий

Участковые станции проектируются по типовым схемам, исходя из прогнозируемых размеров движения, с учетом тенденции изменения размеров и структуры вагонопотоков, топографических, геологических, экологических и прочих местных условий и особенностей работы примыкающих направлений.

В зависимости от расположения основных парков различают участковые станции поперечного, продольного и полупродольного типов. Кроме этих основных типов, применяются схемы участковых станций с последовательным расположением пассажирских устройств и приемо-отправочных парков для грузового движения.

На станциях поперечного типа (см. рис. 12.3, а) имеются два парка: общий приемо-отправочный парк для приема и отправления грузовых поездов обоих направлений; сортировочный парк с двумя вытяжными путями для маневровой работы по расформированию и формированию участковых и сборных поездов. Между парками на схеме показан ходовой путь для сменяемых поездных локомо-

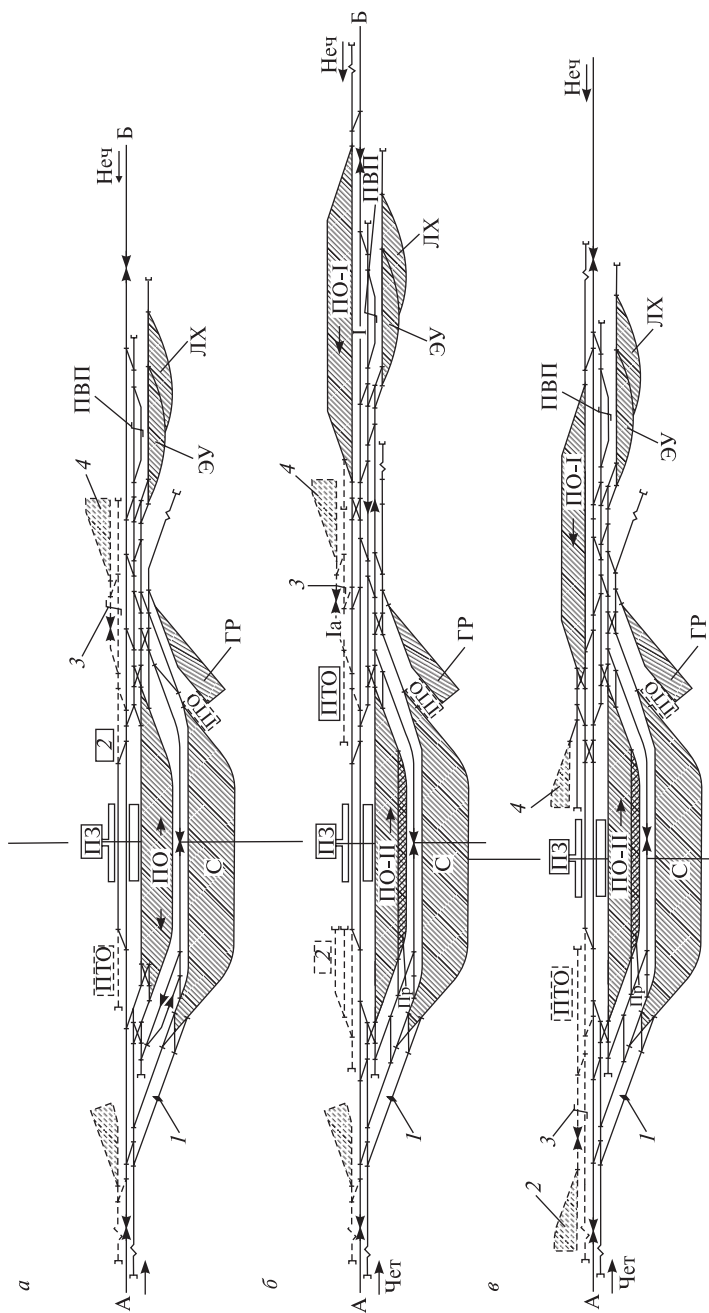


Рис. 12.3. Схемы участков станций на однопутной линии поперечного (а), продольного (б) и полупродольного (в) типов:

ПЗ — пассажирское здание; ПО — приемо-отправочный парк; С — сортировочный парк; ГР — грузовой район; ЛХ — локомотивное хозяйство; ЭУ — экипировочные устройства; ПВП — пути стоянки пожарного и восстановительного поездов; ПТО — пункт технического обслуживания вагонов; 1 — горка малой мощности; 2 — багажное отделение; 3 — пути стоянки пассажирских составов; 4 — мастерские дистанции пути

тивов, который укладывают при размерах движения больше 18 пар поездов в сутки. При меньших размерах для этих целей используют главный или свободный приемо-отправочный путь.

Последовательно паркам размещается локомотивное хозяйство (ЛХ), причем экипировочные устройства для отцепляемых локомотивов располагаются непосредственно за горловиной парков (для экипировки локомотивов транзитных поездов могут быть сооружены устройства на приемо-отправочных путях). Ремонтная база локомотивов может устраиваться на новых участковых станциях, когда такое размещение будет обосновано при выборе схемы тягового обслуживания.

Грузовой район может быть размещен вблизи сортировочного парка (С) и со стороны пассажирского здания (ПЗ). В первом случае обеспечивается удобная подача вагонов из сортировочного парка и уборка их в этот парк без пересечения маршрутов следования организованных поездов и ходовых путей. Для грузового района следует выделять достаточную площадку с учетом возможности дальнейшего развития. Во втором случае при подаче и уборке вагонов пересекаются маршруты приема и отправления поездов. Такое расположение может быть принято при наличии достаточной площадки и обоснованном выборе варианта по результатам технико-экономических расчетов.

Горловины станции проектируются с учетом обеспечения независимости сортировочной работы от приема поездов со стороны «А» и подачи-уборки локомотива в тупик, а со стороны локомотивного хозяйства — одновременного приема (или отправления) поездов, следования локомотивов по ходовому пути и маневровой работы на втором вытяжном пути. Из сортировочного парка со всех путей или с части путей устраивают выходы на главный путь в обе стороны, что позволяет отправлять сформированные поезда непосредственно из этого парка.

В схеме участковой станции продольного типа на однопутной линии (см. рис. 12.3, б), приемо-отправочный парк для транзитных нечетных грузовых поездов (ПО-I) смещен в продольном направлении навстречу их движению. При этом имеется непосредственная связь с путями четного приемо-отправочного (ПО-II) и сортировочного (С) парков. В ПО-I предусматривается в горловине прибытия вытяжной путь (на половину состава) для возможности отцепки неисправных вагонов без выезда на главный путь.

Обычно сортировочный парк устраивают общим для переработки поездов обоих направлений. Он размещается рядом с парком того направления, с которого поступает в переработку большее число поездов. Если сортировочный парк размещается рядом с четным парком (см. рис. 12.3, б), то нечетные поезда, следующие в переработку, принимают на специально выделенные в четном приемо-отправочном парке пути. Если же эти поезда будут приняты в нечетный парк, то вагоны переставляются в сортировочный парк маневровым локомотивом. В редких случаях при больших размерах переработки в нечетном направлении или в случае примыкания к нечетному парку путей необщего пользования с большим вагонооборотом может потребоваться укладка отдельных сортировочных путей параллельно парку ПО-I.

Грузовой район целесообразно размещать так, чтобы обеспечилась удобная подача вагонов из сортировочного парка.

Локомотивное хозяйство лучше всего располагать в IV четверти, но если по местным условиям это сделать трудно, то здесь можно расположить только экипировочные устройства, которые будут удобно связаны с обоими парками, а ремонтное предприятие может быть размещено в III четверти.

Схема участковой станции полупродольного типа (см. рис. 12.3, в) отличается от продольного типа смещением приемо-отправочного парка для нечетных транзитных поездов ближе к пассажирскому зданию (примерно на 700 м). Это не дает возможности устройства прямого выхода из парка ПО-I в парк ПО-II и сортировочный парк. Такая станция требует более короткой площадки, но ухудшает маневренность.

Когда, по местным условиям, нечетный парк ПО-I невозможно разместить по приведенной на рис. 12.3, в схеме, то его сдвигают не в сторону пассажирского здания, а за него по ходу поездов.

Схемы станции полупродольного типа менее технологичны по сравнению с продольной схемой участковой станции, так как передача групп вагонов из ПО-I в сортировочный парк и ПО-II требует больше маневровых рейсов и обратных заездов. Схемы участковых станций полупродольного типа предусматриваются в случаях недостаточной длины станционной площадки.

На схеме участковой станции поперечного типа на двухпутной линии, представленной на рис. 12.4, а, приемо-отправочные парки

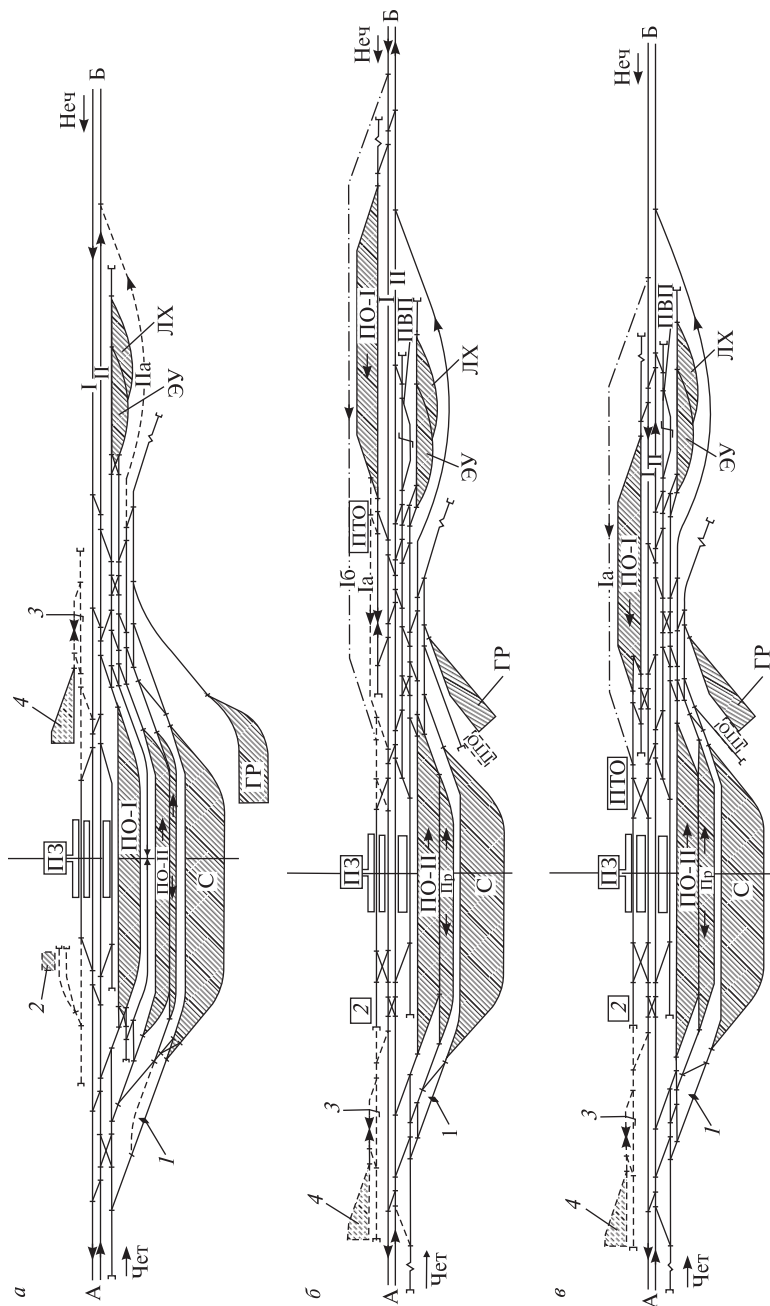


Рис. 12.4. Схемы участковых станций на двухпутной линии поперечного (а), продольного (б) и полупродольного (в) типов:

ПО-I, ПО-II — прямо-отправочные парк для транзитных поездов соответственно нечетного и четного направления;

Пр — прямо-отправочный парк для перерабатываемых на станции поездов (остальные обозначения — см. рис. 12.3)

для грузовых поездов специализированы по направлениям движения. Конструкция горловин позволяет одновременно принимать и отправлять поезда обоих направлений. Центральная горловина запроектирована так, что возможно одновременно убирать локомотивы в ЛХ и подавать их из ЛХ к составам. Если на станции локомотивы транзитных поездов не меняются, достаточно иметь один ходовой путь между парками. При смене на станции локомотивов всех грузовых поездов может возникнуть необходимость во втором ходовом пути, который укладывается рядом с первым. Размещение ЛХ со стороны парков для грузового движения дает возможность избежать пересечений главного пути при подаче и уборке локомотивов грузовых поездов. При этом ЛХ размещено в IV четверти, так как в этом случае маршруты локомотивов пересекаются с маршрутами отправления поездов, а не с маршрутами приема.

При удалении ЛХ от парков, экипировочные устройства могут размещаться раздельно от РБ вблизи горловины парков для грузового движения. Показанный пунктиром на рис. 12.4, *а* путь Па укладывается для отправления четных поездов (из парка ПО-II) в обход локомотивного хозяйства. При наличии этого пути ликвидируются пересечения маршрутов отправления четных грузовых поездов на «Б» с маршрутами уборки в ЛХ и подачи их ЛХ локомотивов. Однако необходимость укладки обходного пути возникает только на станциях, расположенных в конце удлиненного участка обращения, при смене локомотивов всех грузовых поездов и размерах грузового движения более 69 пар поездов в сутки. На станциях, где у транзитных поездов меняются локомотивные бригады на приемо-отправочных путях, обходной путь не требуется.

Горловины станции поперечного типа конструируют так, чтобы имелся выход из всех парков на главные и вытяжные пути. Если на станции локомотивы транзитных поездов не меняются, а меняются лишь локомотивные бригады, центральная горловина может быть несколько упрощена за счет устройства одного соединительного пути с локомотивным хозяйством вместо двух и исключения части съездов. В этом случае пути приемо-отправочных парков специализируются строго по направлениям движения, локомотивное хозяйство не предусматривается, ходовой путь между парками не требуется, горловины станций упрощаются. Устройство секции приемо-отправочного парка для сборных и групповых поездов це-

лесообразно при большом числе этих поездов. На существующих станциях эта секция может быть выделена за счет путей приемо-отправочного и сортировочного парков.

Участковые станции поперечного типа имеют компактное расположение устройств и могут размещаться на более короткой площадке по сравнению с другими типами. Сосредоточение парков в одном месте дает возможность объединить некоторые здания и устройства, обойтись меньшим штатом работников. Основным недостатком схемы поперечного типа для двухпутной линии заключается в том, что в обеих горловинах имеются пересечения маршрутов следования пассажирских и грузовых поездов. Сменяемые локомотивы грузовых поездов при всех схемах поперечного типа имеют на станции значительный пробег, равный примерно двойной длине приемо-отправочного парка.

Схема участковой станции продольного типа на двухпутной линии (см. рис. 12.4, б) аналогична схеме станции на однопутной линии. Основное отличие заключается в более сложной центральной горловине за счет укладки дополнительных съездов. Назначение обходного пути вокруг депо и обоснования необходимости его проектирования те же, что и для станций поперечного типа на двухпутной линии. При смене большого числа локомотивов транзитных поездов в парке ПО-I некоторую разгрузку выходной горловины этого парка даст дополнительный путь отправления (Ia). По этому пути могут отправляться поезда с верхних (по чертежу) путей парка ПО-I одновременно с подачей-уборкой локомотивов с нижних путей этого парка. При отсутствии смены на станции локомотивов транзитных поездов центральная горловина может быть упрощена. Основное достоинство схем продольного типа заключается в том, что маршрут приема транзитных грузовых поездов из «Б» и маршруты отправления этих поездов на «А» не пересекаются с маршрутами следования пассажирских поездов из «А» на «Б». Кроме того, обеспечиваются наименьшие пробеги локомотивов нечетных транзитных поездов (в случае их смены) и возможность примыкания путей необщего пользования с обеих сторон станции, а также размещения площадки грузового района у парка ПО-I. К недостаткам схем продольного типа можно отнести: пересечение главных путей локомотивами нечетных транзитных поездов, идущих от составов в ЛХ и обратно; при большом числе пассажирских

поездов стрелочные переводы на главных путях могут оказаться перегруженными. Для снижения загрузки этих стрелочных переводов сооружается обходной путь Iб, а также могут применяться два параллельных хода в месте пересечения главных путей. Стоимость строительства станции продольного типа может быть выше, чем поперечного, а эксплуатационные расходы по пробегу поездных локомотивов на станциях продольного типа меньше.

На двухпутных линиях схемы полупродольного типа (см. рис. 12.4, в) применяются, когда по условиям местности нельзя получить достаточную длину площадки для размещения станции продольного типа.

Схема с последовательным размещением пассажирских устройств и приемо-отправочных парков для грузового движения (см. рис. 12.5) может оказаться наиболее приемлемой по условиям развития устройств или городской планировки. Такая схема целесообразна при значительных размерах пассажирского движения, а также при большом числе транзитных грузовых поездов, следующих через данную станцию без смены локомотивов. Примыкание путей необщего пользования в данном случае удобно с обеих сторон от главных путей станции.

Участковые станции для многопутных линий следует проектировать применительно к схемам, приведенным на рис. 12.6. При переустройстве двухпутной линии третий главный путь, как правило, следует укладывать со стороны пассажирского здания, предусматривая одновременно и возможность укладки четвертого главного пути. Наилучшей специализацией главных путей для схем станции продольного типа на трехпутных линиях (см. рис. 12.6, а) следует считать вариант, при котором ближайшие к пассажирскому зданию два главных пути специализированы отдельно для нечетного и отдельно для четного направления при пропуске по обоим путям как грузовых, так и пассажирских поездов, а третий главный путь используется как однопутная линия для грузового движения.

На четырехпутных линиях для участковых станций продольного типа (см. рис. 12.6, б и в) рекомендуется вариант попарной специализации главных путей, при котором ближайшие к пассажирскому зданию два главных пути специализированы для пассажирских и пригородных поездов отдельно для нечетного и отдельно для четного направления, а два других главных пути аналогично специализированы для грузовых поездов.

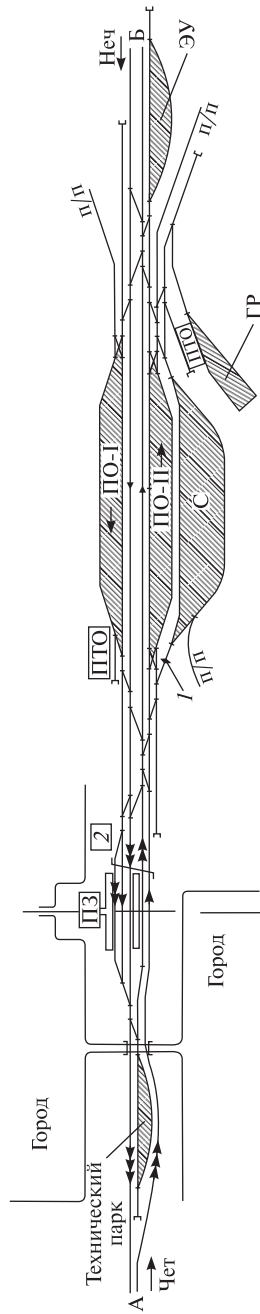


Рис. 12.5. Схема участковой станции с последовательным расположением пассажирских устройств и парков для грузового движения на двухпутной линии: п/п — подъездной путь предприятия (условные обозначения — см. рис. 12.3 и 12.4)

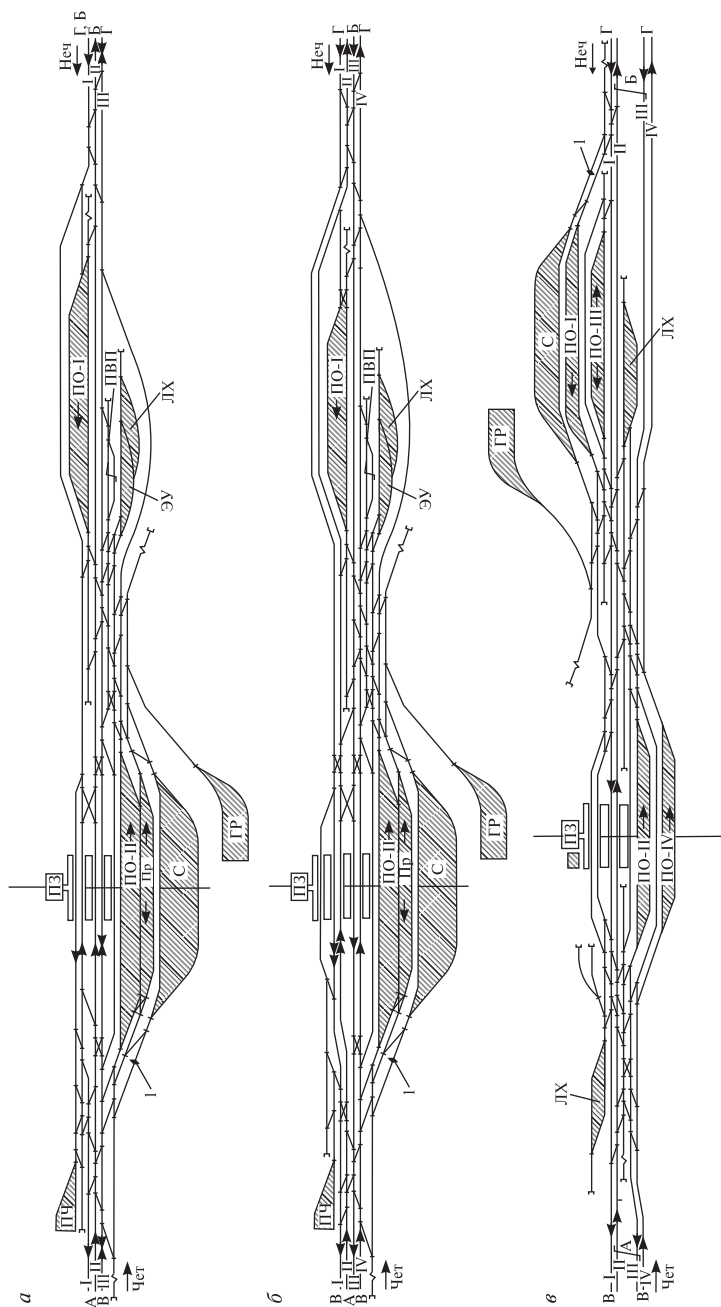


Рис. 12.6. Участковые станции для многопутных линий:

a — трехпутных; *б* — четырехпутных, при расположении сортировочного парка со стороны противоположной пассажирскому зданию; *в* — четырехпутных, при расположении сортировочного парка со стороны пассажирского здания (условные обозначения — см. рис. 12.3 и 12.4)

Длина станционных площадок участковых станций многопутных линий устанавливается в зависимости от полезной длины и расположения приемо-отправочных путей. Она должна быть 4600—4800 м при продольном, 3400—3650 м при полупродольном и 3000—3200 м при поперечном расположении приемо-отправочных парков.

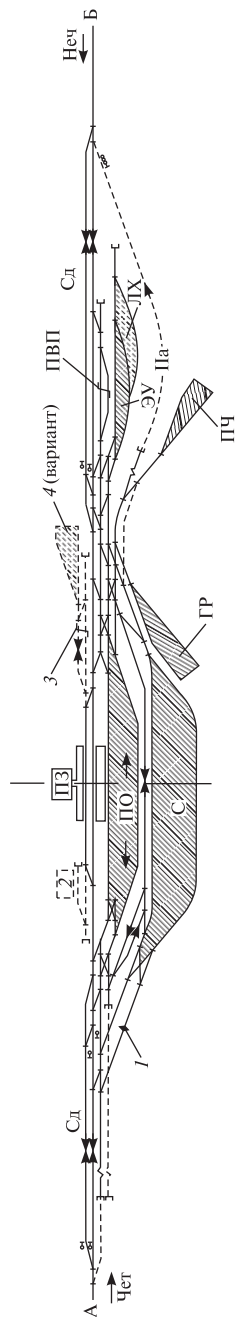
Ширину станционных площадок указанных участковых станций следует увеличивать пропорционально количеству дополнительно укладываемых станционных путей.

12.3. Особенности схем участковых станций для обработки поездов повышенного веса и длины

На участковых станциях однопутных линий, где предусматривается обращение поездов повышенного веса и длины, в том числе соединенных поездов, проектируются приемо-отправочные пути удвоенной полезной длины (пути 3—3а и 4—4а) по схемам, представленным на рис. 12.7.

На рис. 12.7, а представлена схема станции для обработки поездов повышенного веса и длины с расположением специализированных приемо-отправочных путей 3а и 4а со стороны локомотивного хозяйства, а на рис. 12.7, б — со стороны горочной горловины сортировочного парка.

На участковых станциях однопутных линий, где осуществляется объединение и разъединение грузовых соединенных поездов, в обоснованных случаях, возможно проектировать на подходах к станции параллельно главным путям дополнительные главные входные и выходные пути Сд (см. рис. 12.8). Смена локомотивов от соединенных поездов должна осуществляться на приемо-отправочных путях станции, расположенных на основной площадке, а на подходах к парку в каждом направлении следует укладывать по одному пути Сд стандартной полезной длины. Расположение путей Сд (относительно главного пути) определяется в зависимости от местных условий. Профиль дополнительных входных путей должен обеспечивать трогание с места поездов после разъединения (или объединения), обеспечивать удержание поездов тормозами локомотива, а средняя крутизна уклона при условии однородного типа продольного профиля (спуск или подъем) должна быть не более 6 ‰.



12.4. Станции стыкования двух систем тока

Станции стыкования двух систем тока расположены в местах стыкования электрифицированных участков переменного и постоянного тока.

Стыкование электрифицированных участков переменного и постоянного тока выполняется путем секционирования контактной сети и переключения ее соответствующих секций или применения электровазов, работающих на двух системах тока. Выбор способа стыкования выбирается на основе технико-экономических расчетов.

В первом случае на станциях стыкования секционируется контактная сеть тех путей, по которым технологическим процессом работы станции предусмотрено передвижение электровазов как переменного, так и постоянного тока. При установке маршрута следования электроваза группа секций контактной сети переключается на ту или иную систему тока, в зависимости от заданного маршрута. Для этого переключатели контактной сети заблокированы с соответствующими маршрутами в устройствах автоматики и телемеханики.

В рассматриваемом случае целесообразно использовать продольную схему станции (см. рис. 12.4, б), где контактной сетью с двойным питанием оборудуются выходные горловины приемо-отправочных парков и пути следования пассажирских поездов.

12.5. Узловые участковые станции, их особенности и схемы

Узловые участковые станции имеют примыкание не менее трех подходов железнодорожных линий. Они отличаются от не узловых тем, что в горловинах станции со стороны примыкания боковых линий укладывается большее число главных путей, а на подходах при необходимости устраиваются развязки в разных уровнях.

В случае образования узловой участковой станции, когда к существующей необходимо запроектировать примыкание новой линии, прежде всего, требуется определить место и направление примыкания новой линии. Выбор места и направления примыкания определяется по преимущественному направлению вагонопотоков с новой линии, чтобы транзитные грузовые и пассажирские поезда проходили станцию, не меняя направления движения, или чтобы число поездов, меняющих направление, было наименьшим.

Если трасса новой линии подходит непосредственно к району существующей станции, то примыкание возможно как с четной, так и нечетной стороны. По расчетным размерам движения на новой линии определяют преимущественное направление вагонопотоков с новой линии. Например, если с четной стороны на новую линию следует 22 транзитных грузовых и пассажирских поезда (в обратном направлении 16 поездов), а с нечетной стороны на новую линию 8 поездов (в обратном направлении — 10 поездов), то целесообразно примыкать новую линию с четной стороны, так как без смены направления движения проходят $22 + 16 = 38$ поездов, а со сменой направления движения (углового) $8 + 10 = 18$ поездов. При равенстве размеров движения в обоих направлениях, производят дополнительные технико-экономические расчеты.

При возможном примыкании новой линии к существующей линии в удалении от участковой станции сравнивают вариант непосредственного примыкания к участковой станции с вариантом примыкания к ближайшей промежуточной станции. Для варианта примыкания к промежуточной станции на подходе проверяют достаточность пропускной способности главных путей между участковой и промежуточной станциями. Если она недостаточна, предусматривается дополнительный главный путь, который учитывается при сравнении вариантов.

Схемы узловых участковых станций зависят от числа примыкающих линий, количества главных путей, числа пассажирских поездов, размеров транзитных и перерабатываемых вагонопотоков и направления их следования, а также длины имеющихся площадок, сложившегося размещения устройств на станции до примыкания новой линии и др.

Для узловых участковых станций важно правильно запроектировать развязку подходов с учетом перспективы, выбрать специализацию парков, обслуживающих грузовое движение, и обеспечить в горловинах возможность одновременного безопасного приема поездов со всех примыкающих к этим горловинам подходов или одновременного отправления поездов на эти направления.

Количество одновременных поездных маршрутов в горловине должно быть равно числу главных путей на подходе. Кроме того, должна быть обеспечена возможность бесперебойной маневровой работы на вытяжных путях и пропуск локомотивов.

Схемы узловых участковых станций аналогичны схемам не узловых станций. Но, как правило, совмещенные парки не устраиваются, как это имеет место на не узловых станциях.

При пересечении двух однопутных линий «А—Б» и «В—Г», показанном на рис. 12.9, если вагонопотоки, прибывающие с каждой линии, делятся на два направления (например, из «А» на «Б» и «Г», из «В» на «Б» и «Г» и т.д.), то парки следует специализировать по направлениям движения, а именно: парк ПО-I — для приема из «Б» и «Г» и отправления на «А» и «В», парк ПО-II — для приема из «А» и «В» и отправления на «Б» и «Г». Для одновременного приема двух поездов из «А» и «В» в парк ПО-II, а из «Б» и «Г» в парк ПО-I необходимо иметь в горловинах соединения а—б, в—г, е—ж—з, и—к—л—н.

Дополнительные главные пути IIа и IIIа с путепроводными развязками обычно на первую очередь не требуются. Для них резервируется территория на перспективу. Если же вагонопотоки из «А» следуют в основном на «Б» и обратно, из «В» на «Г» и обратно, то возможна специализация парков по линиям, при которой парк ПО-I будет обслуживать линию «А—Б», а парк ПО-II линию «В—Г». Специализация парков по линиям также целесообразна и в тех случаях, когда электрическая тяга введена только по линиям «А—Б» или «В—Г». При такой специализации парков уже на первую очередь целесообразно уложить главный путь IIа (с путепроводной развязкой) для грузовых поездов линии «В—Г». Главный путь II будет специализирован для приема и отправления пассажирских поездов.

В случае, когда к участковой станции на однопутной линии примыкает лишь один новый однопутный подход, путепроводную развязку не строят и вторая горловина станции, где новый подход отсутствует, соответственно упрощается.

Значительно сложнее конструкция участковой станции в месте пересечения двухпутной линии с однопутной или двухпутной линией. Если не имеется существенных ограничений по длине станционной площадки, а линия «В—Г» может стать двухпутной, наиболее целесообразно использовать схемы продольного или полупродольного типа.

В схеме продольного типа (см. рис. 12.10, а) парки специализируются: парк ПО-II для приема поездов из «А» и «В» и отправ-

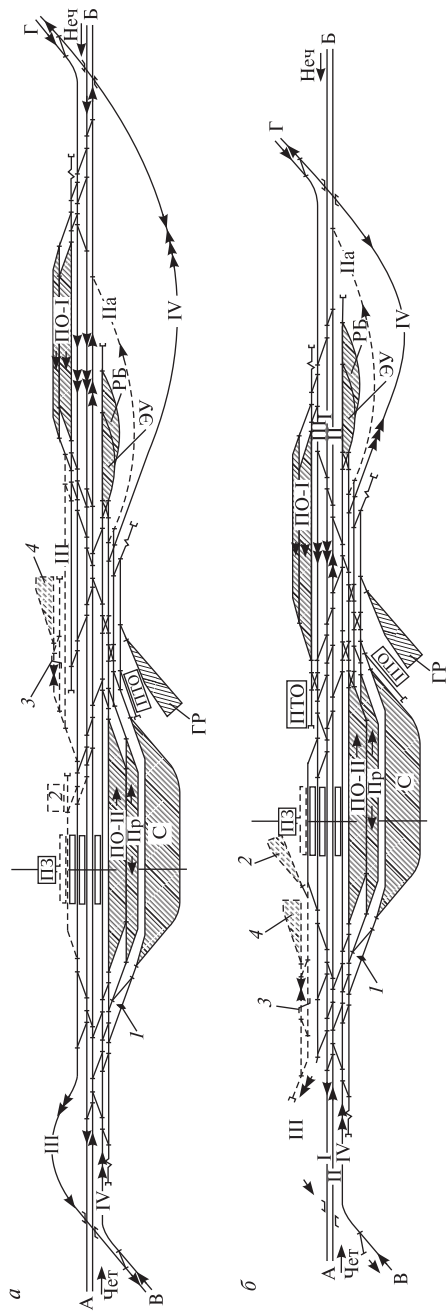


Рис. 12.10. Схемы узловых участков станций в месте пересечения двух двухпутных линий:
 а — продольного типа; б — поперечного типа (условные обозначения — см. рис. 12.3 и 12.4)

ления на «Б» и «Г»; парк ПО-I — для приема транзитных поездов из «Б» и «Г» и отправления на «А» и «В». При этом парки ПО-I и ПО-II секционированы для одновременного приема поездов с двух подходов. При наличии общего сортировочного парка грузовые поезда, следующие с переработкой, принимают из «Б» и «Г» в парк ПО-II преимущественно на пути нижней секции этого парка. Сформированные на станции поезда могут отправляться в сторону «А» и «В» с путей парка ПО-II или С.

Конструкция горловин такой станции позволяет принимать одновременно грузовые поезда со всех четырех направлений и отправлять на все эти направления. Кроме того, можно отправлять угловые транзитные поезда с тех путей, на которые поезда были приняты.

В рассматриваемой схеме станции устраняются пересечения маршрутов приема и отправления транзитных четных поездов с маршрутами следования нечетных пассажирских поездов по главной линии. Однако, схема не свободна от пересечений поездных маршрутов. Так, имеются попутные пересечения маршрутов приема пассажирских поездов из «В» по главному пути с маршрутами приема грузовых поездов из «А» и др.

В ряде случаев при большом числе транзитных поездов необходимо провести проверку пропускной способности центральной горловины. Для разгрузки этой горловины может потребоваться укладка обходного пути. На для отправления грузовых поездов на «Б» и в некоторых случаях укладка пути IVa, по которому можно отправлять грузовые поезда из верхней (по чертежу) секции парка ПО-I одновременно с подачей-уборкой локомотивов с путей нижней секции. При наличии пути IIIa отпадает необходимость укладки двух съездов на главные пути из нижней секции парка ПО-I.

В схеме полупродольного типа (см. рис. 12.10, б) непосредственный выход из парка ПО-I в парки ПО-II и С отсутствует. Связь между этими парками осуществляется через пассажирские пути и вытяжной путь со стороны ПО-II. Эта схема может быть применена в случае недостаточной длины площадки для схемы продольного типа, а также, если удлинение площадки по местным условиям затруднено.

Переход к схемам продольного или полупродольного типа с развязкой по направлениям движения увеличивает пропускную

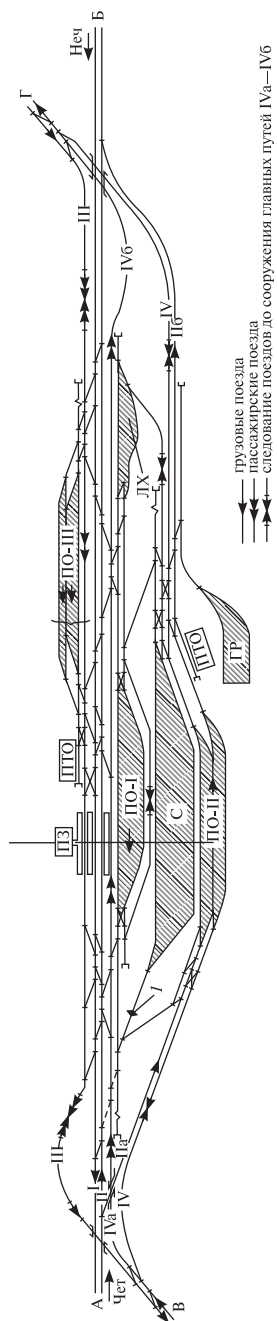


Рис. 12.11. Схема узловой участковой станции с внутренним расположением сортировочного парка
(условные обозначения — см. рис. 12.3 и 12.4)

способность узловых участковых станций двухпутных линий и повышает безопасность движения.

Для узловых участковых станций с большими размерами переработки заслуживает внимания схема, представленная на рис. 12.11, с размещением сортировочного парка между приемо-отправочными парками. Внутреннее расположение сортировочного парка создает удобную связь этого парка с приемо-отправочными парками ПО-I и ПО-II, но вызывает необходимость укладки дополнительных путей Па для приема грузовых поездов из «А» и Пб для отправления на «Б». Пробеги поездных локомотивов из парка ПО-II и обратно увеличиваются. Маршруты подачи и уборки вагонов из сортировочного парка в грузовой район пересекают маршруты отправления грузовых поездов на «Б» и «Г». В таких схемах с последовательным расположением пассажирских устройств и сортировочного парка между приемо-отправочными парками число пересечений маршрутов следования поездов сводится к минимуму. Однако необходимость применения схем с последовательным размещением пассажирских устройств и сортировочного парка может возникнуть лишь по местным условиям планировки города и при наличии значительной переработки вагонопотоков.

12.6. Выбор принципиальной схемы участковой станции при проектировании

Как правило, участковые станции на новых однопутных линиях сооружаются по схемам поперечного типа (см. рис. 12.3, *а*), предусматривая для линий III категории и выше возможность дальнейшего развития станций по продольному или полупродольному типу, если увеличение длины станционных площадок не связано со значительным увеличением объемов строительных работ.

В обоснованных случаях, когда для следующего этапа усиления однопутной линии III категории и выше признана целесообразной организация постоянного обращения длинносоставных или соединенных грузовых поездов, продольный (см. рис. 12.3, *б*) и полупродольный (см. рис. 12.3, *в*) типы участковых станций допускается применять для первого этапа строительства. Применение продольного и полупродольного типов участковых станций на линиях IV категории, в обоснованных случаях, допускается при примыкании путей необщего пользования и соединительных путей со стороны пассажирского здания.

На особогрузонапряженных линиях и при проектировании вторых главных путей следует применять продольный (см. рис. 12.4, б) и полупродольный (см. рис. 12.4, в) типы участковых станций. Поперечный тип (см. рис. 12.4, а) допускается применять в трудных топографических, геологических и других местных условиях.

Выбор наилучшей схемы участковой станции и размещение отдельных устройств осуществляются на основании технико-экономических расчетов с учетом роста размеров пассажирского и грузового движения, роли станции в тяговом обслуживании поездов и местных условий.

Контрольные вопросы

1. Назовите основные принципы рационального размещения устройств участковой станции.
2. Какие основные требования к размещению пассажирских устройств предъявляются при проектировании участковых станций?
3. Какие основные требования к размещению локомотивного и вагонного хозяйств предъявляются при проектировании участковых станций?
4. Какие основные требования к размещению грузового района предъявляются при проектировании участковых станций?
5. Назовите основные типы участковых станций в зависимости от расположения парков.
6. Назовите преимущества и недостатки основных типов участковых станций.
7. Назовите условия применения схемы участковой станции с последовательным размещением пассажирских устройств и приемо-отправочных парков для грузового движения.
8. Каковы особенности схем участковых станций на многопутных линиях?
9. Каковы особенности схем участковых станций для обработки поездов повышенного веса и длины?
10. Каковы особенности схем участковых станций стыкования двух систем тока?
11. Каковы особенности схем узловых участковых станций?
12. Назовите основные условия выбора принципиальной схемы участковой станции при проектировании.

Глава 13. ПАССАЖИРСКИЕ, ГРУЗОВЫЕ И СОРТИРОВОЧНЫЕ УСТРОЙСТВА НА УЧАСТКОВЫХ СТАНЦИЯХ

13.1. Пассажирские устройства, их состав и особенности на обычных и скоростных железнодорожных линиях

Для обслуживания пассажиров на участковых станциях предусматриваются пассажирские здания, пассажирские платформы, переходы между ними в одном или разных уровнях и вспомогательные пассажирские устройства (багажные склады, киоски и др.). Для приема и отправления пассажирских поездов служат главные и приемо-отправочные пассажирские пути. На однопутных линиях размеры дальнего и местного пассажирского движения обычно не превышают четырех-пяти пар. Для приема-отправления пассажирских поездов и их скрещения на участковых станциях однопутных линий обычно помимо главного пути укладывают один пассажирский путь (см. рис. 13.1, *а*).

На станциях двухпутных линий пути и платформы для обслуживания пассажирских поездов могут размещаться по схемам, представленным на рис. 13.1, *б*, *в* и *г*. В большинстве случаев при отсутствии скоростного движения и пачечного пропуска поездов укладывается один пассажирский путь, кроме главных, и устраиваются две промежуточные платформы, как показано в схеме на рис. 13.1, *б*. Эта схема обычно применяется на станциях поперечного типа.

Схемы, представленные на рис. 13.1, *в* и *г*, относятся к участковым станциям соответственно продольного и полупродольного типов, расположенным на скоростных линиях. Главные пути I и II должны иметь в этом случае меньше искривлений и платформы между ними не устраиваются. В обеих схемах для приема с остановкой четных пассажирских поездов укладывается приемо-отправочный путь 4. В схеме (рис. 13.1, *г*) дополнительно уложен

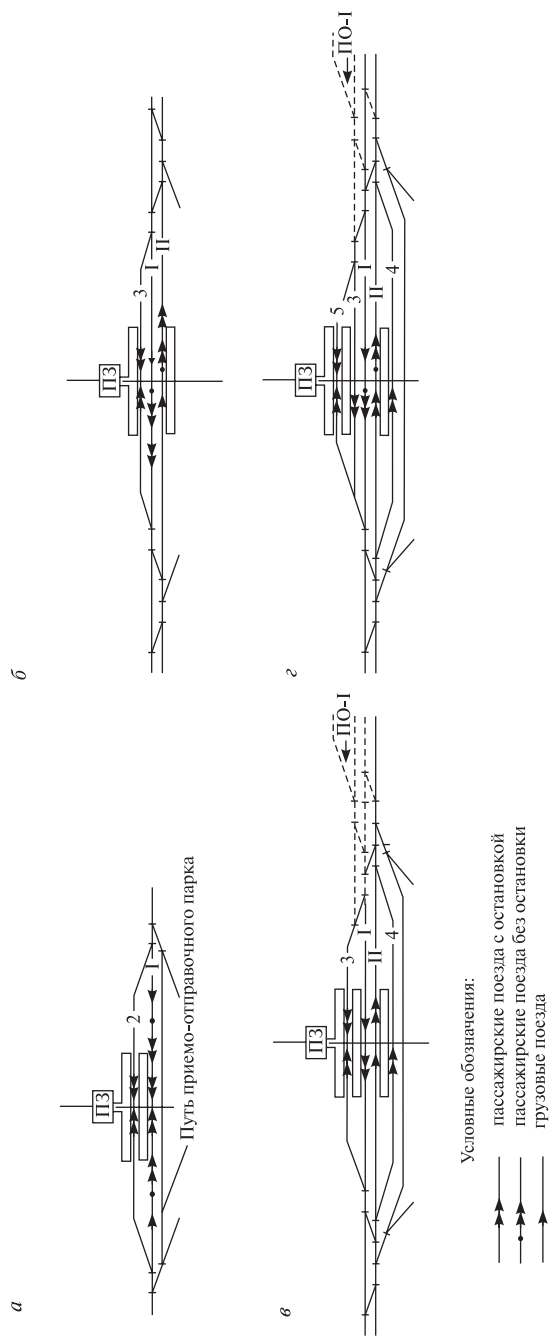


Рис. 13.1. Схемы взаимного расположения путей и пассажирских платформ

пассажирский путь 5 для приема с остановкой нечетных пассажирских поездов. У главного пути I пассажирские платформы отсутствуют, так как по этому пути пропускаются без остановки скоростные нечетные поезда и транзитные грузовые поезда из парка ПО-I, расположенного по продольной или полупродольной схеме. Схемы на рис. 13.1, в и г обеспечивают возможность обгона обычных пассажирских поездов скоростными поездами, а также приема пачек поездов с остановкой. Во всех схемах от конца платформы до выходного светофора должно быть не менее 30 м.

На узловых участковых станциях с большими размерами пассажирского движения число приемо-отправочных пассажирских путей, включая главные, должно быть не меньше числа подходов.

Пассажирское здание участковой станции является одновременно основным зданием для станционных работников. В зависимости от размеров пассажиропотока пассажирские здания строят вместимостью на 50, 100, 200 и 300 человек.

Пассажирские платформы на участковых станциях устраиваются, как правило, низкими, для удобства технического обслуживания проходящих пассажирских поездов. Лишь при больших местных пассажиропотоках, обслуживаемых моторвагонными поездами, отдельные платформы могут быть высокими. Длина платформ для дальнего пассажирского движения принимается равной длине обрабатываемых пассажирских составов, но не менее 400 м.

Ширина основной платформы у пассажирского здания должна быть не менее 6 м, а на остальном протяжении — не менее 4 м. Ширина промежуточных платформ зависит от величины пассажиропотока и размеров сооружений, размещаемых на платформах. При наличии на платформе входов в тоннели, сходов с пешеходного моста, а также павильонов, киосков и других сооружений, расстояние от них до борта платформы должно быть не менее 2 м. Ширина промежуточной платформы при наличии пешеходного моста или тоннеля принимается не менее 7 м.

При отсутствии переходов в разных уровнях промежуточные платформы устраиваются шириной не менее 4 м. Ширина переходов в одном уровне принимается не менее 3 м.

Устройство переходов в разных уровнях обязательно при больших размерах пассажирского движения, а на станциях двухпутных линий продольного и полупродольного типов — независимо от

размеров движения. При необходимости снабжения водой составов транзитных пассажирских поездов в междупутьях устраивают разводящую сеть с водоразборными колонками (расстояние между колонками 40—45 м).

На участковых станциях, являющихся конечными для части пригородных и местных пассажирских поездов, проектируют пути для технического осмотра, экипировки, стоянки составов и ремонта вагонов. Эти пути укладывают с учетом удобного выхода на них с пассажирских путей, а при отсутствии удобного места вблизи пассажирских путей — на территории локомотивного хозяйства. На некоторых участковых станциях имеются дополнительные тупиковые пути для стоянки служебных, багажных и почтовых вагонов, а на узловых станциях также тупиковые пути для вагонов беспересадочного сообщения.

13.2. Грузовые устройства, принципы размещения, расчет и схемы планировки

Для производства грузовых операций на участковых станциях имеются грузовые районы, проектируемые как часть общей схемы станции. Состав и размеры грузового района могут быть различными в зависимости от объема и характера переработки грузов на расчетный срок, а размещение устройств на площадке, отведенной для грузового района, зависит от типов складов по видам грузов, размеров этих складов и площадок.

Грузовые районы должны иметь соответствующее путевое развитие: погрузочно-выгрузочные, выставочные и соединительные пути, крытые и открытые склады и площадки, служебно-технические здания, средства механизации погрузочно-выгрузочных работ, устройства водоснабжения, освещения, электроснабжения и другое оборудование, необходимое для выполнения работ.

Вблизи грузового района размещают вагонные весы при погрузке на станции навалочных грузов не менее 20 вагонов в сутки.

На отдельных станциях имеются пункты экипировки изотермических поездов и вагонов с машинным охлаждением, устройства для промывки и очистки вагонов, открытые платформы для погрузки и выгрузки живности, а также пункты водопоя. Эти устройства обычно устраиваются вне грузового района.

На станциях особое значение имеет место размещения и общая планировка грузового района, его взаимосвязь со станционными парками. Возможно параллельное размещение всех парков станции и грузового района, последовательное его размещение по отношению к параллельно расположенным паркам, а также комбинированное, когда одна часть парков запроектирована параллельно, а другая часть — последовательно по отношению к грузовому району, причем при параллельном расположении он обычно устраивается с внешней стороны парков. Оптимальная планировка грузового района определяется на основании технико-экономических расчетов. При этом каждый груз должен размещаться в специализированных местах грузового района и обслуживаться однотипными погрузочно-выгрузочными машинами.

В зависимости от объема работы в грузовом районе могут выделяться погрузочно-выгрузочные места для тарно-штучных грузов, контейнеров, навалочных грузов. Взаимное расположение мест погрузки, выгрузки и сортировки грузов должно обеспечивать перемещение погрузочно-выгрузочных машин с одного склада на другой.

На рис. 13.2 представлен вариант схемы грузового района с компактным расположением устройств. Такое размещение устройств рационально с точки зрения приближения железнодорожных путей и автомобильных подъездов к местам погрузки-выгрузки, что обеспечивает: минимальное количество маневровых передвижений и времени, затрачиваемого на маневры; независимость погрузочно-выгрузочных операций как со стороны фронта подачи вагонов, так и со стороны автотранспорта; изоляцию передвижений автотранспорта от маневровой работы; компактность расположения погрузочно-выгрузочных устройств и путей. Вместе с тем такая планировка грузового района имеет и определенные недостатки, в том числе стесненное размещение складов, возможное скопление автомашин на короткой площадке, трудности их разворота и др.

Во избежание этих недостатков, а также в связи с необходимостью учета различных местных условий (рельефа, уровня грунтовых вод и др.) возможен вариант плана грузового района с размещением основных погрузочно-выгрузочных устройств вдоль станции, а повышенного пути (для пылящих грузов), требующего удаления от складов штучных грузов и контейнерной площадки, под углом к

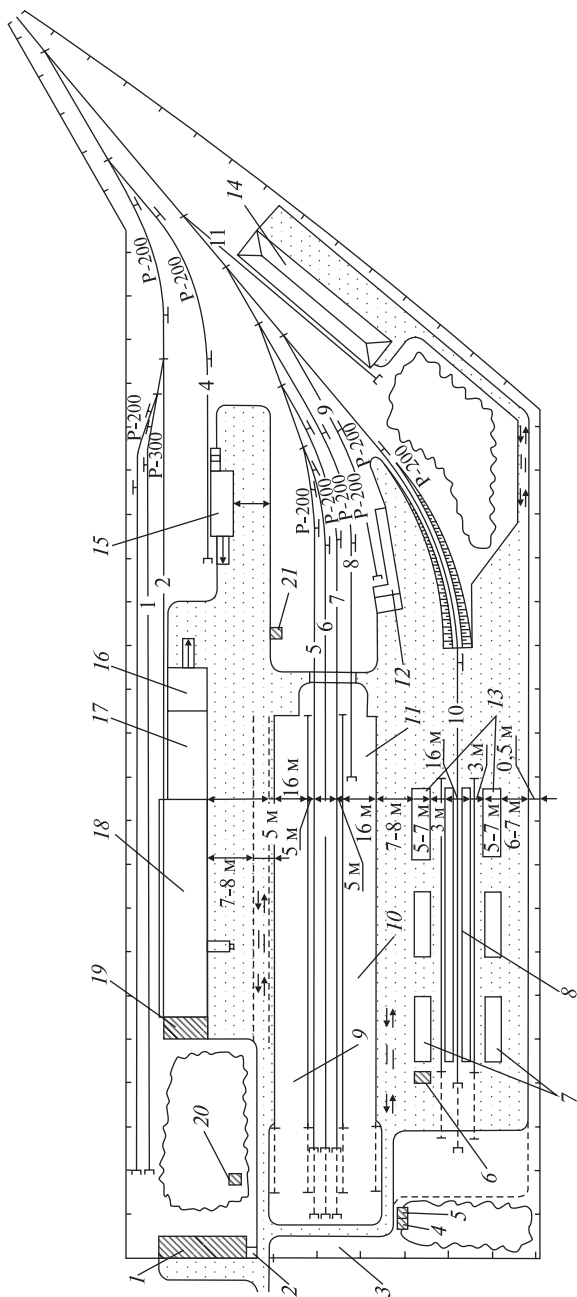


Рис. 13.2. Пример планировки грузового района:

1 — административно-бытовой корпус; 2 — контрольно-пропускной пункт; 3 — ограждение; 4 — гараж для автотранспорта; 5 — служебно-техническое здание для работников открытых складов; 6 — автомобильные весы; 7 — склад навалочных грузов; 8 — эстакада для выгрузки навалочных грузов; 9 — контейнерная площадка; 10 — площадка для тяжеловесов; 11 — площадка для длинномерных грузов; 12 — платформа для самоходных и колесных грузов; 13 — склад вяжущих строительных материалов; 14 — платформа для перегрузки грузов по прямому варианту «вагон — автомобиль»; 15 — открытая грузовая платформа; 16 — крытая грузовая платформа; 17 — крытый грузовой склад ангарного типа; 18 — зарядная для аккумуляторных погрузчиков с гаражом; 19 — трансформаторная; 20 — служебно-бытовое здание для работников грузового района

продольной оси станции. Такая планировка грузового района устраняет недостатки компактного размещения устройств, но вызывает удлинение маневровых передвижений при подаче-уборке вагонов и перепробеги автомобилей.

Кроме погрузочно-выгрузочных путей, предназначенных для подачи вагонов к грузовым фронтам, в грузовых районах предусматриваются выставочные пути для стоянки вагонов, ожидающих подачи к фронтам погрузки-выгрузки и уборки после грузовых операций. Полезная длина выставочных путей определяется количеством перерабатываемых вагонов и числом подач (может приниматься 400 м).

Все погрузочно-выгрузочные устройства располагаются, как правило, на горизонтальной площадке. В трудных условиях по рельефу местности допускается располагать пути погрузки-выгрузки на уклоне до 1,5 ‰. Уклон пути, ведущего на выгрузочную эстакаду, принимается равным 16—18 ‰. При этом радиус вертикальной кривой принимается не менее 2000 м, а радиус кривой в плане — не менее 200 м.

Потребная площадь складов определяется по категориям грузов отдельно по прибытию и отправлению из выражения:

$$F = \frac{Q_c t k \alpha - (1 - \beta_n)}{P}, \quad (13.1)$$

где Q_c — среднесуточный грузооборот, т; t — продолжительность хранения, сут; k — коэффициент, учитывающий размеры дополнительной площади, необходимой для проходов, проездов погрузочно-выгрузочных машин, автомобилей и др.; α — коэффициент сезонной неравномерности прибытия или отправления грузов, принимается для участковых станций — 1,1—1,2; P — среднее количество груза, укладываемое на 1 м² площади складских помещений, площадок (норма нагрузки), т; β_n — коэффициент непосредственной перегрузки данной категории груза по прямому варианту «вагон — автомобиль».

В соответствии с нормами, принимаемыми для складских площадей в зависимости от категории грузовых районов, их параметры характеризуются данными, приведенными в табл. 13.1.

Длина склада для каждой категории груза определяется делением площади F_c на ширину склада.

Ширина крытых складов, крытых и открытых грузовых платформ устанавливается в зависимости от количества и рода хранимого груза, характера производимых с ним операций и применяемых машин для погрузки и выгрузки.

В случаях, когда в прибывающих повагонных отправлениях более 25 % легковесных грузов, а также для складов хранения мебели, имеющей небольшие нагрузки на 1 м² площади склада, предусматриваются увеличенные размеры складских площадей, приведенные в гр. 8 табл. 13.2.

Таблица 13.1

Параметры для расчета площади складов

Категория грузов	Продолжительность хранения грузов t , сут		Коэффициент k для учета проездов и проходов	Средняя нагрузка P на 1 м ² площади складов, т
	до отправления	по прибытии		
Тарные и штучные грузы при повагонных отправлениях:				
а) в общих складах	1,5	2,0	1,7	0,85
б) в специализированных складах:				
промышленные товары широкого потребления (трикотаж, обувь, одежда и т.п.);	1,5	2,0	1,7	0,25
мебель;	1,5	2,0	1,7	0,25
бумага	1,5	2,0	1,7	1,10
Тарные и штучные грузы при мелких отправлениях	2,0	2,5	2,0	0,40
Тарные и штучные грузы в контейнерах (нетто)	1,0	2,0	1,9	0,50
Тяжеловесные грузы	1,0	2,5	1,6	0,90
Навалочные грузы	2,5	3,0	1,6	0,40

Примечания: 1. Ширину контейнерной площадки принимают в зависимости от пролета козловых или мостовых кранов.

2. Ширину открытых площадок принимают в зависимости от средств механизации.

Для всех категорий грузовых районов для тарных и штучных грузов рекомендуются крытые склады ангарного типа шириной 24 м,

так как строительная стоимость 1 м² складов шириной 18 и 24 м почти одинакова, а условия труда рабочих в складах ангарного типа существенно улучшаются. Расчетная длина крытых складов увеличивается при округлении ее до величины, кратной числу секций (длина секции 36 м).

Общая длина погрузочно-выгрузочного фронта для переработки тарно-штучных грузов определяется исходя из распределения складских площадей — крытый склад, крытая и открытая платформы, непосредственно примыкающие к складу.

Таблица 13.2

Основные параметры крытых складов, крытых и открытых грузовых платформ в зависимости от размеров грузооборота тарно-штучных грузов

Среднесуточный грузооборот				Загрузка вагона, т		Расчетная площадь склада под грузом (без учета вспомогательных помещений), м ²		Число подал	Длина склада, м/число секций	Полезная площадь платформы, м ²	Длина погрузочно-разгрузочного фронта, м			
т	физические вагоны			Повагонные отправки	Мелкие отправки						Общая	Крытый склад	Платформа	
	Повагонные отправки	Мелкие отправки	Всего										Крытая	открытая
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
80	—	4,4	4,4	—	18	1000	—	1	72/2	1360	84	36	—	48
170	4,3	3,0	7,3	28	18	1180	1400	1	108/3	2050	120	72	—	48
300	7,5	5,0	12,5	28	18	2000	2450	2	144/4	2730	144	72	36	36
410	10,0	7,0	17,0	28	18	2700	3330	2	180/5	3520	180	108	48	24

В качестве основного механизма для переработки тарно-штучных грузов используются электропогрузчики соответствующей грузоподъемности или самоходные электротележки.

Для переработки контейнерных, тяжеловесных и длинномерных грузов предусматриваются специальные площадки, оборудованные козловыми или мостовыми кранами. При небольшом объеме переработки контейнерных, тяжеловесных и длинномерных грузов (до 12 вагонов в сутки) следует предусматривать сооружение совмещен-

ных площадок, оборудованных двухконсольным козловым краном с применением сменных грузозахватных приспособлений. Площадки сооружаются одинарные с одним погрузочно-выгрузочным путем. Участки площадок должны быть специализированы по отдельным родам груза. В качестве складской площади используется площадь между подкрановыми путями.

В зависимости от среднесуточного объема работы грузоподъемность козловых кранов, длина и ширина площадок характеризуются данными, приведенными в табл. 13.3.

Таблица 13.3

Основные параметры площадок для переработки контейнерных, тяжеловесных и длинномерных грузов в зависимости от объемов работы

Среднесуточный объем работы		Двухконсольный кран		Длина подкрано- вой пло- щадки, м	Полезная ширина складирова- ния, м	Площадь в проле- те, м
т/сут	Физические вагоны/сут	Грузоподъ- емность, т	Пролет, м			
190	5	10—12,5	16	80	13,1	1050
300	8	10—12,5	16	125	13,1	1640
340	9	10—12,5	16	145	13,1	1900
470	12	10—12,5	16	200	13,1	2600

Для выгрузки навалочных грузов (уголь, минерально-строительные материалы), перевозимых в полувагонах, на всех категориях грузовых районов устраивают повышенные пути или эстакады, где устанавливают козловые краны, обеспечивающие механизацию открытия люков полувагонов, погрузку груза в автомобиль, а также выгрузку грузов из вагона прямо в автомобиль. Повышенные пути устраиваются высотой 1,5—2,4 м, а разгрузочные эстакады высотой — 2—4 м. С каждой стороны повышенного пути предусматривают складские площадки, позволяющие складировать насыпные грузы шириной штабелей 6 м. На этих площадках предусматривается возможность работы тракторных погрузчиков, автопогрузчиков или грейферных кранов.

Для колесных грузов и самоходных машин в грузовых районах предусматриваются высокие открытые платформы с торцовыми и боковыми фронтами погрузки-выгрузки. Эти платформы могут использоваться для погрузки-выгрузки сельскохозяйственной техники и «прочих» грузов. Для выгрузки «прочих» грузов предусматри-

вается также укладка погрузочно-выгрузочного пути с устройством около него специальных площадок шириной 15—20 м.

Размеры типовых площадок для насыпных грузов даны в табл. 13.4.

Таблица 13.4

Основные параметры площадок для насыпных грузов в зависимости от объемов работы

Среднесуточный грузооборот		Эстакады, м		Площадки шириной, м
т	вагонов	высотой	длиной	
90	2	2,5	70	20,36
250	4	2,5	96	20,36
460	8	2,0	100	30,27
690	12	2,0	116	33,67

Места стоянки автомобилей у погрузочно-выгрузочных фронтов, у проходных и т.п. предусматриваются за пределами проезжей части дорог в виде специальных полос или площадок, размеры которых определяются расчетом в зависимости от схемы расположения автомобилей у погрузочно-выгрузочных фронтов. При этом ширина проезжей части дорог двустороннего движения автомобилей принимается равной 7—8 м, одностороннего — 4 м.

Для разворота автотранспорта предусматриваются специальные площадки, радиус которых должен быть не менее 15 м, за исключением площадок для автомобилей, перевозящих длинномерные грузы, радиус которых определяется специальным расчетом.

Грузовые районы ограждаются по периметру забором, который устанавливается на расстоянии не менее 3,1 м от оси ближайшего железнодорожного пути и не менее 1,5 м от края проезжей части автодорог.

13.3. Сортировочные устройства

Для расформирования и формирования участковых и сборных поездов, а также подборки местных вагонов по пунктам погрузки-выгрузки на участковых станциях предусматривают сортировочные устройства, которые включают сортировочные парки, горки малой мощности, вытяжные пути и стрелочные горловины на уклонах.

При отсутствии горки малой мощности маневровая работа в сортировочном парке выполняется на вытяжных путях, укладываемых в обоих концах этого парка. Один из них, укладываемый во входной горловине станции, является основным и предназначается для расформирования и формирования поездов (см. рис. 13.3, а). На втором формируются поезда, подбираются местные вагоны по группам, выполняются операции, связанные с обслуживанием грузового района, путей отцепочного ремонта и др.

Полезная длина основного вытяжного пути принимается равной норме полезной длины путей приемо-отправочного парка. Длина второго вытяжного пути, а в трудных условиях и основного (при наличии обоснований) должна быть не менее половины длины состава с добавлением длины локомотива.

Стрелочные горловины сортировочного парка и участок удаления на вытяжном пути (примерно 50 м) целесообразно располагать на спуске до 1,5 ‰ в сторону сортировки, чтобы создать благоприятные условия для маневровой работы.

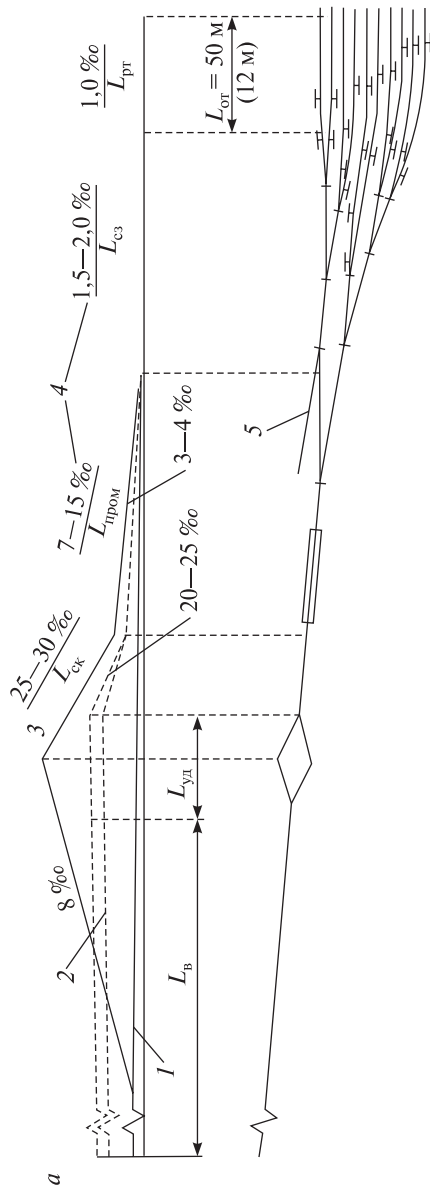
При объеме переработки более 250 вагонов в сутки на основном вытяжном пути устраивают горку малой мощности (см. рис. 13.3, б).

Голова сортировочного парка от первой разделительной стрелки до предельных столбиков проектируется более короткой за счет группировки путей в пучки и применения симметричных стрелочных переводов марки 1/6. Компактная конструкция головы парка обеспечивает более высокую перерабатывающую способность, позволяет уменьшить высоту горки и суммарную мощность тормозных средств.

Для возможности отправления сформированных поездов устраивается выход из сортировочного парка на главные пути с части путей сортировочного парка в обход горки.

Расстояние от вершины горки до остяков первой разделительной стрелки может быть принято 25—30 м. Высота горки малой мощности обеспечивает проход бегуна (плохого) до расчетной точки, которую принимают на расстоянии 50 м за выходным концом парковой тормозной позиции или башмакосбрасывателей.

В пределах спускной части горки размещаются тормозные позиции с установкой горочных вагонных замедлителей или замедлителей облегченной конструкции. До оборудования горок малой



б

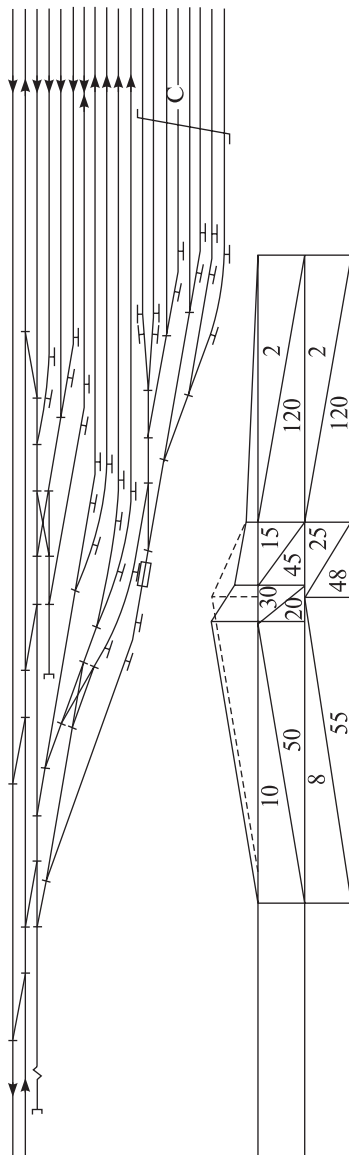


Рис. 13.3. Сортировочные устройства на участковой станции:

a — в профиле (1 — профиль вытяжного пути; 2 — профиль вытяжного пути специального профиля; 3 — профиль горки; 4 — профиль элементов спускной части горки; 5 — выход на главные пути); *б* — в плане

мощности устройствами комплексной механизации и автоматизации могут применяться башмачные позиции. На подгорочных путях тормозные позиции устанавливают на расстоянии 25—30 м от предельных столбиков. Продольный профиль, план горловины и техническое оснащение горок малой мощности проектируют согласно Правилам и нормам проектирования сортировочных устройств.

Контрольные вопросы

1. Какие устройства на участковых станциях относятся к пассажирским?
2. Каковы основные принципы размещения пассажирских платформ для обслуживания пассажирских поездов на участковых станциях?
3. Каковы особенности размещения пассажирских платформ для обслуживания пассажирских поездов на участковых станциях при организации скоростного движения?
4. Что входит в состав грузовых районов участковых станций?
5. Назовите преимущества и недостатки планировки грузового района с компактным расположением погрузочно-разгрузочных устройств.
6. Как определяется потребная площадь складов?
7. Что включают в себя сортировочные устройства на участковых станциях?
8. При каком объеме суточной переработки вагонов рекомендуется сооружать горку малой мощности?

Глава 14. СООРУЖЕНИЯ И УСТРОЙСТВА ЛОКОМОТИВНОГО, ВАГОННОГО И ДРУГИХ ХОЗЯЙСТВ НА УЧАСТКОВЫХ СТАНЦИЯХ

14.1. Состав локомотивного хозяйства и место его размещения на участковых станциях

Локомотивное хозяйство предназначено для ремонта, технического обслуживания и экипировки поездных и маневровых локомотивов, а также моторвагонного подвижного состава.

К сооружениям и устройствам локомотивного хозяйства относятся: ремонтная база; пункты технического обслуживания локомотивов; пункты смены локомотивных бригад; экипировочные устройства; пути для прохода и стоянки локомотивов; устройства электроснабжения, водоснабжения, канализации и теплоснабжения; служебно-технические здания и др.

На территории локомотивного хозяйства также размещаются пути стоянки запаса локомотивов, пути пожарного и восстановительного поездов, котельная и трансформаторная подстанция.

Локомотивное хозяйство, как правило, следует располагать со стороны, противоположной пассажирскому зданию, за пределами основных горловин, в том конце станции, где сменяемые локомотивы меньше пересекают маршруты отправления поездов.

Размещение ремонтной базы (здание ремонтного локомотивного депо, далее «депо») относительно главных и вытяжных путей должно учитывать возможность увеличения числа ремонтных стоек, площадей мастерских и служебно-технических зданий.

Пути с открытыми стойлами для реостатных испытаний тепловозов должны размещаться на удалении от здания депо, чтобы шум от испытываемых дизелей меньше воздействовал на рабочих и служащих депо. Их проектируют со стороны, противоположной вводу путей в депо, на расстоянии от жилых массивов не менее 300 м.

Пути в зданиях депо проектируются горизонтальными, а соединительные пути в профиле — с уклоном не более 20 ‰.

В пределах стойл и на длину локомотива перед воротами здания депо пути должны быть прямыми.

Для соединения ремонтных путей используются обыкновенные стрелочные переводы марки 1/9 или симметричные переводы марки 1/6. Для сокращения соединений путей следует применять стрелочные улицы под углом 2α и более, а также сокращенные соединения.

Обходные пути вокруг здания депо необходимо проектировать со стороны, противоположной расположению мастерских.

На станциях смены локомотивных бригад имеются дома отдыха локомотивных бригад, а в необходимых случаях и устройства для экипировки локомотивов.

Экипировочные позиции располагаются на прямых горизонтальных участках параллельных путей в одном створе, что позволяет иметь наименьшее количество пескораздаточных бункеров, смазкораздаточных и топливораздаточных колонок. Допускается размещать на одном пути последовательно не менее двух позиций. Расстояния между осями путей с экипировочными позициями должны проектироваться не менее 5,5 м, что вызвано размещением опор пескораздаточных бункеров. Для объезда мест экипировки укладывается ходовой путь.

Полезная длина экипировочных путей устанавливается из условия размещения не менее трех локомотивов: один — на смотровой канаве, другой — перед ней в ожидании освобождения экипировочной позиции, третий — за канавой.

Наземные резервуары для дизельного топлива по требованиям пожарной безопасности должны быть расположены от оси пути следования организованных поездов не ближе 30 м, от оси пути для маневровых передвижений — 20 м, от оси сливного пути — 12 м.

Расстояние от оси сливного пути до жилых и общественных зданий должно быть не менее 50 м, до насосной станции и хранилищ жидкостей — 8 м. При полуподземном расположении резервуаров указанные расстояния уменьшаются на 25 %, а при подземном — на 50 %.

На территории локомотивного хозяйства, кроме ремонтных и экипировочных путей, предусматриваются пути отстоя локомоти-

вов в ожидании работы, емкость которых принимается из условия нахождения на них 15—20 % локомотивов от числа прибывающих за сутки для станций с основным ремонтным предприятием и 10—12 % — для станций с оборотным ремонтным предприятием, а также пути для стоянки локомотивов резерва, емкость которых принимается равной 20 % от расчетного числа локомотивов, приписанных к депо.

Пути для отстоя локомотивов в ожидании подачи под составы проектируются сквозными, с прямым выходом на приемо-отправочные пути и ремонтную базу. Их длина рассчитывается на 5—6 локомотивов (130—170 м), а расстояние между осями путей принимается 5,3 м.

Пути для отстоя локомотивов в запасе размещают параллельно путям парка отстоя в ожидании работы или отдельно от них на свободной территории локомотивного хозяйства.

Пути для пожарного и восстановительного поездов рекомендуются размещать параллельно главным путям с обязательным двусторонним выходом на них. Нормативная полезная длина путей для восстановительного поезда I категории принимается равной 300 м, II категории — 250 м, III категории — 200 м, для пожарного поезда — 90 м.

Размещение ремонтной базы, пунктов экипировки, технического обслуживания локомотивов, а также пунктов смены локомотивных бригад устанавливается на основе технико-экономического сравнения схем тягового обслуживания рассматриваемых железнодорожных полигонов.

14.2. Расчет устройств локомотивного хозяйства

В состав локомотивного хозяйства входят два комплекса устройств — ремонтная база (РБ) для текущих ремонтов (ТР-1, ТР-2, ТР-3) и технического обслуживания ТО-3, ТО-4 и ТО-5; экипировочные устройства (ЭУ) для экипировки и технического обслуживания ТО-2.

Ремонтная база включает в себя ремонтные цеха с необходимым числом стойл для плановых осмотров и ремонтов локомотивов, мастерские и служебно-бытовые помещения.

Типовые проекты ремонтных локомотивных депо должны предусматривать возможность применения передовых методов эксплу-

атации, внедрения комплексной механизации при ремонте, техническом обслуживании и экипировке локомотивов, минимальную территорию для размещения и дальнейшего развития устройств, удобство ввода и вывода локомотивов.

На рис. 14.1 представлены очертания и основные размеры типовых зданий локомотивных депо для текущих ремонтов ТР-1 и ТР-2 и технического обслуживания ТО-3, ТО-4, ТО-5. Текущие ремонты ТР-2 и ТР-3 выполняются, как правило, в наиболее крупных и технически оснащенных депо.

Станции с основным депо, как правило, имеют цеха для текущих ремонтов ТР-1, ТР-2, ТР-3 и технического обслуживания, мастер-

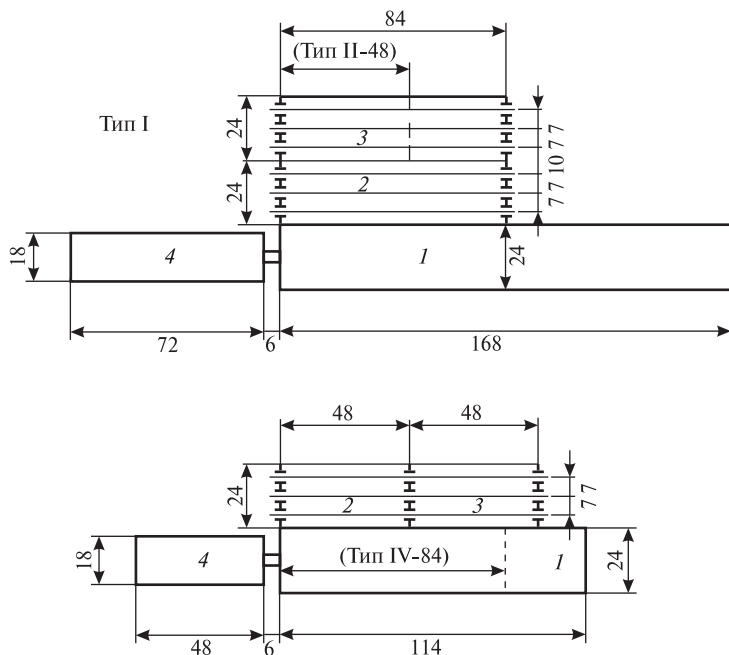


Рис. 14.1. План зданий локомотивного ремонтного депо для плановых ремонтов и технического обслуживания:

1 — мастерские; 2 — цех текущего ремонта ТР-2 и ТР-3; 3 — цех текущего ремонта ТР-1 и технических обслуживаний ТО-3 и ТО-4; 4 — административно-бытовой корпус

ские и административно-бытовые помещения, экипировочные и другие устройства.

На станции с оборотным депо предусматриваются устройства без ремонтной базы локомотивов, т.е. цеха ТР-3, ТР-2, ТР-1 не строятся.

Необходимое число стойл в депо для ремонта локомотивов определяется исходя из годового пробега S локомотивов, приписанных к данному депо:

$$S = 365 \sum n L_{\text{л}} p, \quad (14.1)$$

где n — размеры движения в среднем в сутки за год в парах поездов по отдельным участкам; $L_{\text{л}}$ — участок обращения приписных локомотивов, км; p — доля участия данного депо в обслуживании поездного движения на участках.

По годовому пробегу и нормам пробега между ремонтами определяется общее число различных ремонтов и число стойл из выражений, представленных в табл. 14.1.

Таблица 14.1

Расчетные формулы для определения числа ремонтов и стойл по видам ремонта

Вид ремонта	Число ремонтов в год	Число стойл
ТР-3	$A_{\text{тр3}} = \frac{S}{L_{\text{тр3}}} - \frac{S}{L_{\text{то3}}}$	$C_{\text{тр3}} = \frac{A_{\text{тр3}} t_{\text{тр3}}}{253}$
ТР-2	$A_{\text{тр2}} = \frac{S}{L_{\text{тр2}}} - \frac{S}{L_{\text{тр3}}}$	$C_{\text{тр2}} = \frac{A_{\text{тр2}} t_{\text{тр2}}}{253}$
ТР-1	$A_{\text{тр1}} = \frac{S}{L_{\text{тр1}}} - \frac{S}{L_{\text{тр2}}}$	$C_{\text{тр1}} = \frac{A_{\text{тр1}} t_{\text{тр1}}}{253 T_{\text{р}} \cdot a}$
ТО-3	$A_{\text{то3}} = \frac{S}{L_{\text{то3}}} - \frac{S}{L_{\text{тр1}}}$	$C_{\text{то3}} = \frac{A_{\text{то3}} t_{\text{то3}}}{253 T_{\text{р}} a} K$

Примечание. $L_{\text{тр1}}$, $L_{\text{тр2}}$, $L_{\text{тр3}}$, $L_{\text{то3}}$ — нормы пробега локомотивов между текущими ремонтами ТР-3, ТР-2, ТР-1 и техническим обслуживанием ТО-3, в тыс. км; $t_{\text{тр1}}$, $t_{\text{тр2}}$, $t_{\text{тр3}}$, $t_{\text{то3}}$ — нормы продолжительности текущих ремонтов и технического обслуживания, ($t_{\text{тр3}}$, $t_{\text{тр2}}$ в сутках, $t_{\text{тр1}}$, $t_{\text{то3}}$ — в часах); $T_{\text{р}}$ — продолжительность одной смены, 8 ч.; a — число смен (принимается две смены при пятидневной рабочей неделе для $C_{\text{тр}}$ и круглосуточная непрерывная работа для $C_{\text{то3}}$); K — коэффициент неравномерности поступления локомотивов для ТО-3 ($K=1,2-1,3$).

Годовое число ремонтов маневровых, вывозных и передаточных локомотивов определяется по видам ремонта в зависимости от числа этих локомотивов и норм продолжительности работы между ремонтами.

К рассчитанному числу стойл добавляется одно стойло для обточки колесных пар без выкатки из-под локомотивов (или стойло для одиночной выкатки колесных пар локомотивов), а при тепловозной тяге еще 1—2 стойла для реостатных испытаний на открытых путях.

В депо, где производится текущий ремонт ТР-3, предусматривается цех обдувки, обмывки и окраски локомотивов с двумя стойлами.

Число стойл для ТО-4, которое выполняется по мере необходимости, не рассчитывается, а принимается при годовом пробеге локомотивов до 20 млн км — равным единице, а при большем пробеге — два.

Техническое обслуживание ТО-5 для подготовки тягового подвижного состава в запас или резерв (с консервацией) и к эксплуатации после изъятия из запаса или резерва, а также прибывающего в недействующем состоянии после постройки, ремонта или передислокации, выполняется на стойлах для текущего ремонта или технического обслуживания ТО-3.

Для приближенных расчетов количество стойл в депо для ремонта и технического обслуживания ТО-3 может быть определено по укрупненным нормам для каждого вида ремонта или технического обслуживания на 1 млн локомотиво-км в год в соответствии с табл. 14.2.

Таблица 14.2

Количество стойл для ремонта и технического обслуживания, определяемое по укрупненным нормам

Тип депо	Число стойл по видам ремонта на 1 млн локомотиво-км в год				
	ТР-3	ТР-2	ТР-1	ТО-3	Всего стойл (без ТР-3)
Электровозное	0,02	0,03	0,20	0,04	0,27
Тепловозное	0,05	0,03	0,05	0,20	0,28

Экипировочные устройства (ЭУ) предназначены для снабжения локомотивов песком, смазочными маслами и обтирочными материалами, а тепловозов, кроме того, топливом, охлаждающей жидкостью для дизелей и дистиллированной водой для аккумуляторов. Перед экипировкой производится обдувка тяговых двигателей и электрической аппаратуры, а также наружная обмывка локомотивов.

Экипировка локомотивов может быть организована на территории локомотивного хозяйства и в приемо-отправочных парках станции.

В комплекс экипировочных устройств, располагаемых на территории локомотивного хозяйства, входят: экипировочные позиции со смотровыми канавами, необходимыми для ТО-2; площадка для обдувки тяговых двигателей и электрической аппаратуры; обмывочная площадка или установка; устройства пескоснабжения, включающие склад сырого и сухого песка и пескосушилку; склады дизельного топлива (при тепловозной тяге) и смазочных масел; раздаточные устройства песка, смазки, топлива и воды (для тепловозов); пути, ведущие к местам экипировки, обмывки, обдувки и к складам.

Число экипировочных позиций, совмещенных со стойлами для технического обслуживания ТО-2, равно:

$$C_{\text{эк}} = \frac{N_{\text{эк}} t_{\text{эк}} + N_{\text{ТО-2}} t_{\text{ТО-2}}}{1440} k, \quad (14.2)$$

где $N_{\text{эк}}$, $N_{\text{ТО-2}}$ — число локомотивов, подлежащих экипировке и техническому обслуживанию ТО-2 за сутки; $t_{\text{эк}}$ — время на экипировку одного локомотива с подготовкой его к поездке (для электровозов — 25 мин, для тепловозов — 30 мин); $t_{\text{ТО-2}}$ — продолжительность технического обслуживания ТО-2, совмещенного по времени с экипировкой (для грузовых локомотивов можно принимать 60 мин); k — коэффициент неравномерности поступления локомотивов (зависит от графика движения и принимается равным 1,2—1,5).

Смотровые канавы оборудуют освещением и канализацией и проектируют глубиной 1,2 м и шириной 1,4 м. Длина канав принимается от 24 до 42 м. Ориентировочно она может быть определена как длина локомотива по осям автосцепок плюс два расстояния по 1,2 м от оси автосцепки до края канавы и запас на неточность установки, равный 2 м.

Снабжение локомотивов песком производят с помощью бункерных и безбункерных установок с подачей песка по трубопроводам.

Емкость типовых бункеров составляет 3 м^3 , их размещают над путями на железобетонных опорах. Сухой песок подается в бункеры из складов башенного типа емкостью 800 м^3 (две башни диаметром 6 м) или 3400 м^3 (две башни диаметром 12 м).

На экипировочных позициях электровозов устройства для подачи песка совмещают со специальными мостиками для осмотра пантографов.

Основные параметры складов сырого и сухого песка, а также мощность пескосушилок определяют по суточному расходу песка для снабжения поездных и маневровых локомотивов.

Типовые склады дизельного топлива для тепловозов с наземными металлическими резервуарами строят на расчетную пропускную способность 20, 40, 60, 80 и 120 локомотивов в сутки при емкости хранилищ, равной $3 \times 1000 \text{ м}^3$, $3 \times 2000 \text{ м}^3$, $4 \times 2000 \text{ м}^3$, $4 \times 3000 \text{ м}^3$ и $6 \times 3000 \text{ м}^3$.

При емкости складов $3 \times 1000 \text{ м}^3$ и $3 \times 2000 \text{ м}^3$ предусматривают один путь для слива топлива, а длину сливной эстакады принимают равной соответственно 35 и 71 м. При емкости складов $4 \times 2000 \text{ м}^3$, $4 \times 3000 \text{ м}^3$ и $6 \times 3000 \text{ м}^3$ сливную эстакаду располагают между двумя путями для слива топлива и ее длина составляет соответственно 47 и 71 м.

Смазочные материалы хранят в подземных металлических резервуарах емкостью 25 и 50 м^3 . Предусматривают не менее двух резервуаров для хранилища дизельного и других масел, емкости для слива отработанного дизельного масла и загрязненного топлива, а для тепловозов с гидравлической передачей — для хранения чистого и отработанного турбинного масла.

Схема размещения экипировочных устройств на приемо-отправочных путях приведена на рис. 14.2, а на территории локомотивного хозяйства — на рис. 14.3.

Число мест экипировки должно быть не менее двух, при большем числе мест экипировки их проектируют по два на каждом сквозном экипировочном пути.

Количество резервуаров дизельного топлива определяют из выражения

$$P = \frac{(E_{\text{п}} + E_{\text{м}} + E_{\text{р}}) t_{\text{зап}}}{\omega p \gamma}, \quad (14.3)$$

где $E_{\text{п}} = \sum N_{\text{л}} q_{\text{т}} \beta$ — суточный расход топлива поездными локомотивами, определяемый в зависимости от числа экипируемых локомотивов ($N_{\text{л}}$) и вместимости топливных баков $q_{\text{т}}$ с учетом доли топлива β , получаемой на данном складе по отношению ко всему расходу на плече, т; $E_{\text{м}} = 0,001 \sum N_{\text{м}} t_{\text{м}} q_{\text{м}}$ — суточный расход топлива маневровыми и вывозными тепловозами, зависящий от их количества $N_{\text{м}}$, времени работы и простоя $t_{\text{м}}$, нормы расхода топлива $q_{\text{м}}$ на 1 ч работы, т; $\omega_{\text{р}}$ — вместимость одного резервуара (1000, 2000 или 3000 м³ диаметром соответственно 2,33; 15,18; 18,98 м); γ — плотность дизельного топлива, $\gamma = 0,85$ т/м³; $t_{\text{зап}}$ — количество суток, на которые создается запас топлива (обычно 30 сут); $E_{\text{р}}$ — суточный расход топлива на реостатные испытания, зависящий от числа текущих ремонтов ($A_{\text{тр3}}$, $A_{\text{тр2}}$, $A_{\text{тр1}}$) в год, т:

$$E_{\text{р}} = \frac{21(A_{\text{тр3}} + A_{\text{тр2}}) + 0,42A_{\text{тр1}}}{253}. \quad (14.4)$$

Длину эстакады для слива дизельного топлива принимают из расчета 8—10 м на каждые 1000 м³ объема склада, а для складов

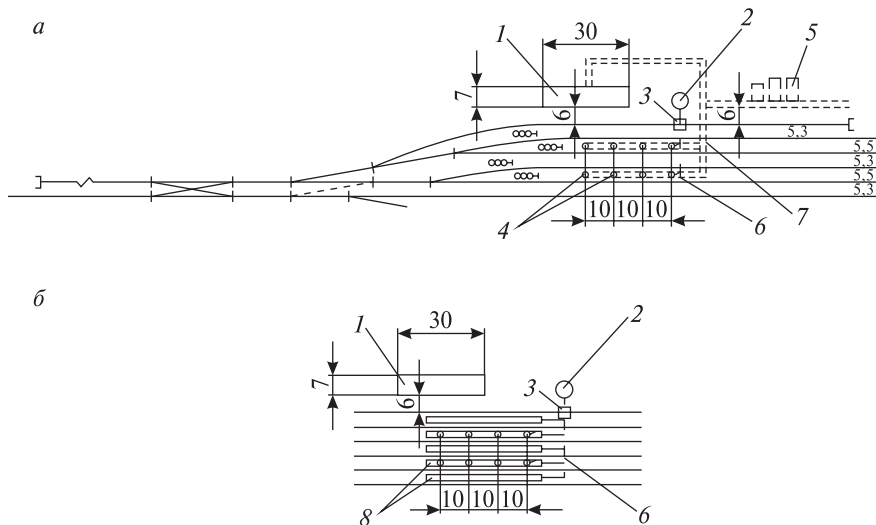
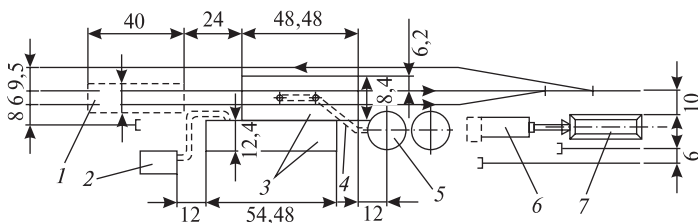


Рис. 14.2. Схемы размещения экипировочных устройств на приемо-отправочных путях:

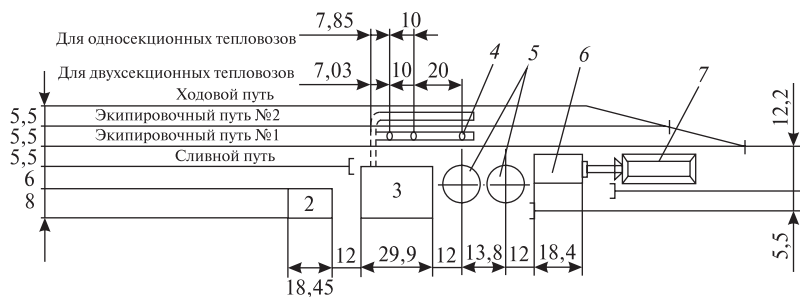
для тепловозов (а); для электровозов (б):

1 — служебно-техническое здание; 2 — склад башенного типа; 3 — вагон-бункер для перевозки сухого песка; 4 — пескораздаточные устройства; 5 — склад масел с подземными резервуарами; 6 — подземные трубопроводы для песка; 7 — подземные трубопроводы для дизельного топлива; 8 — площадки для осмотра пантографов электровозов

a



б



в

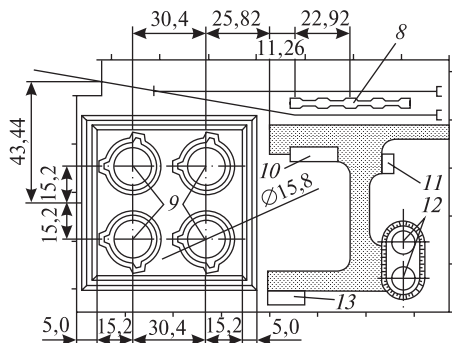


Рис. 14.3. Схемы экипировочных устройств на территории локомотивного депо закрытого типа для электровозов (a); открытого типа для тепловозов (б) и (в): 1 — площадка для обдувки тяговых двигателей; 2 — склад масел; 3 — служебно-техническое здание; 4 — пескораздаточные устройства; 5 — склад сухого песка башенного типа; 6 — пескосушилка; 7 — склад сырого песка; 8 — сливная эстакада; 9 — резервуары для дизельного топлива; 10 — насосная; 11 — здание для мотопомп; 12 — резервуар для воды, 13 — нефтеловушка

объемом более 8000 м³ эстакаду устраивают между двумя путями, соответственно уменьшая ее длину.

Необходимую вместимость склада сухого песка определяют исходя из потребности в зимний период:

$$E_{\text{скл}} = 30t_{\text{мес}}\sum N_{\text{л}}q_{\text{ем}}, \quad (14.5)$$

где $t_{\text{мес}}$ — число зимних месяцев, на которое создается запас песка в данном районе; $\sum N_{\text{л}}q_{\text{ем}}$ — суточный расход песка для экипировки локомотивов в данном пункте, м³; $q_{\text{ем}}$ — емкость песочниц и баков локомотива за вычетом 10 % запаса сухого песка (для ВЛ23 — 0,67 м³, ВЛ60 — 0,53 м³, ВЛ8 — 1,23 м³, ТЭЗ — 0,56 м³).

При потребной вместимости $E_{\text{скл}} \leq 3400$ м³ применяют склады башенного типа из двух башен диаметром 12 м (или 6 м при $E_{\text{скл}} \leq 800$ м³) и высотой 22,7 м. При большей вместимости предусматривают склады шатрового типа шириной 18 или 14 м.

Размеры экипировочных устройств в зависимости от числа экипировок в сутки можно принимать в соответствии с типовыми проектами.

Число путей для стоянки запаса локомотивов длиной 250—300 м определяется по установленному для депо проценту от рабочего парка $N_{\text{р}}$. В ориентировочных расчетах при длине локомотива $l_{\text{л}}$ число путей запаса локомотивов можно принимать равным:

$$m_3 = \frac{(0,15-0,20)N_{\text{р}}l_{\text{л}}}{(250-300)}. \quad (14.6)$$

14.3. Схемы размещения устройств на территории локомотивного хозяйства

Общая планировка устройств локомотивного хозяйства должна обеспечивать компактность размещения устройств, поточность операций при проходе локомотивов на пути экипировки и стоянки в ожидании подачи под поезда, а также заход в депо.

В зависимости от местных условий возможно последовательное, параллельное или смещенное расположение экипировочных устройств и ремонтной базы локомотивов.

Пример общей планировки основного тепловозного депо с экипировкой в здании депо представлен на рис. 14.4, а депо технического обслуживания ТО-2 и экипировки на станции оборота локомотивов — на рис. 14.5.

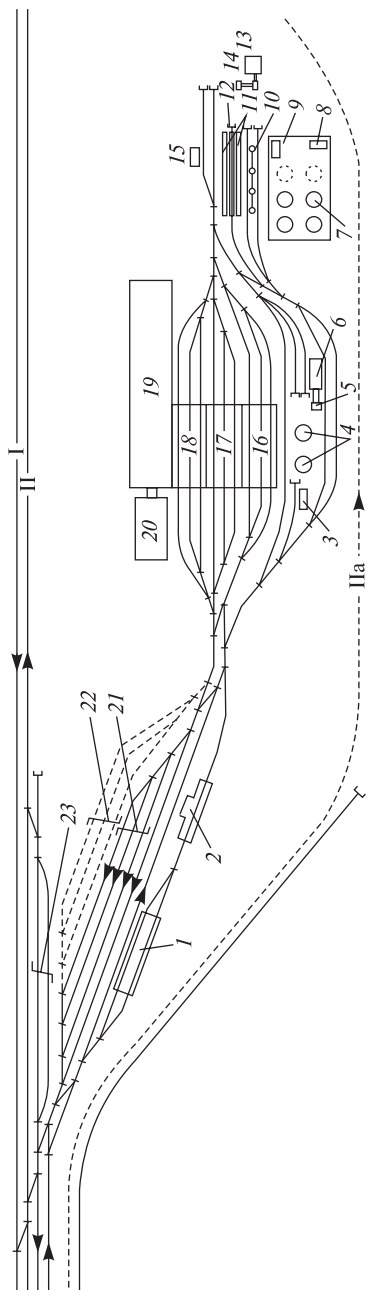


Рис. 14.4. Схема планировки тепловозного депо с экипировкой в здании:

1 — площадка внутренней уборки и обдувки локомотивов; 2 — обмывочная площадка; 3 — склад масел; 4 — склад сухого песка; 5 — пескосушилка; 6 — склад сырого песка; 7 — резервуары для дизельного топлива; 8 — резервуары для воды; 9 — насосная для дизельного топлива; 10 — сливная эстакада; 11 — склад угля; 12 — повышенный путь для разгрузки угля; 13 — котельная; 14 — галерея для подачи угля в котельную; 15 — пункт реостатных испытаний тепловозов; 16 — стойла для ТО-2 и экипировки; 17, 18 — стойла для ТР-1, ТР-2, ТО-3, ТО-4 и ТО-5; 19 — мастерские депо; 20 — административно-бытовой корпус; 21 — пути стоянки готовых к работе локомотивов; 22 — пути стоянки локомотивов, находящихся в запасе и резерве; 23 — пути стоянки пожарного и восстановительного поездов

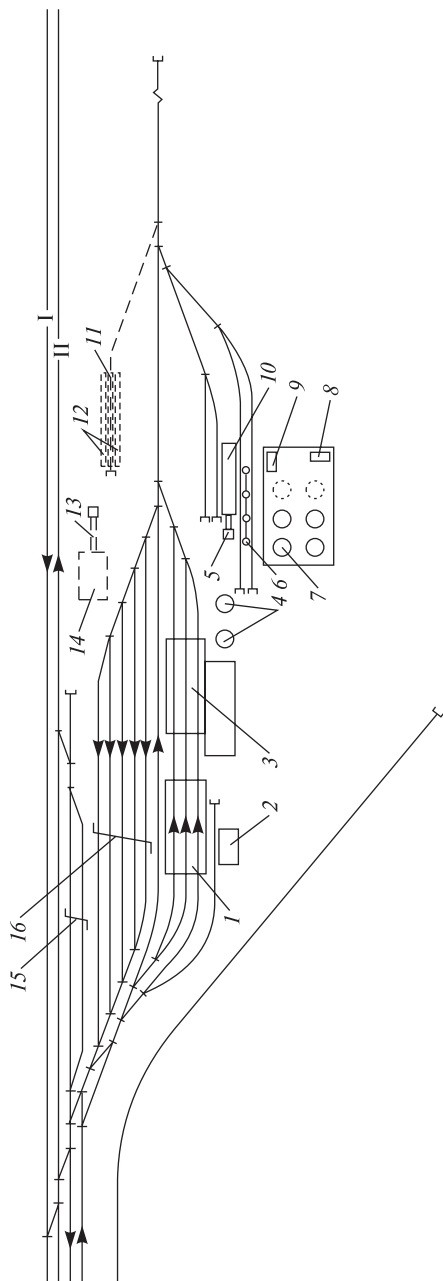


Рис. 14.5. Схема планировки депо технического обслуживания ТО-2 и экипировки на участках станциях оборота локомотивов:

1 — площадка внутренней уборки и обдувки локомотивов; 2 — склад масел; 3 — депо для технического обслуживания и экипировки со служебно-техническим зданием; 4 — склад сухого песка; 5 — пескосушилка; 6 — сливная эстакада; 7 — резервуары для дизельного топлива; 8 — железобетонные резервуары для воды; 9 — насосная; 10 — склад сырого песка; 11 — котельная; 12 — склад угля; 13 — путь для разгрузки угля; 14 — путь для подачи угля в котельную; 15 — пути для пожарного и восстановительного поездов; 16 — пути для стоянки готовых к работе локомотивов

Экипировка локомотивов может быть организована на приемо-отправочных путях, в горловине станции и на территории локомотивного хозяйства. В последнем случае экипировка производится на экипировочных позициях, располагаемых отдельно от ремонтной базы или находящихся в здании депо.

На приемо-отправочных путях экипировка локомотивов предусматривается без отцепки от поезда, что уменьшает загрузку горловин и исключает пробег поездных локомотивов. Однако при этом возникают трудности с остановкой грузовых поездов так, чтобы локомотив оказался точно над смотровой канавой. Кроме того, необходимо устраивать большое число экипировочных позиций, что требует значительных капитальных вложений и эксплуатационных затрат.

Достоинством размещения экипировочных устройств в горловине станции является незначительное число экипировочных позиций, сосредоточенных в одном месте, и небольшие пробеги локомотивов от поездов на экипировку и обратно без пересечений маршрутов отправления поездов противоположного направления. Однако при этом усложняется конструкция горловины станции, экипировочные устройства разобщены с ремонтной базой локомотивов.

Преимуществом варианта размещения экипировочных устройств и ремонтной базы на общей площадке является то, что он требует наименьших затрат на локомотивное хозяйство. Однако при этом увеличивается пробег сменяемых поездных локомотивов, появляются задержки локомотивов из-за враждебности маршрутов в горловинах, а сами горловины оказываются более загруженными.

14.4. Устройства вагонного хозяйства

Для обеспечения исправного состояния вагонов и безопасного следования их в поездах на участковых станциях размещаются устройства вагонного хозяйства, включающие эксплуатационные устройства и входящие в состав эксплуатационного вагонного депо (ВЧДэ), и ремонтная база, входящая в состав ремонтного вагонного депо (ВЧДр). В состав ВЧДэ могут входить подразделения, которые находятся на значительном расстоянии от основного производственного корпуса. Это, прежде всего, пункты технического обслуживания вагонов (ПТО), пункты подготовки вагонов к перевозкам (ППВ), пункты технической передачи вагонов на смены локомо-

тивных бригад (ПОТ), контрольные посты выявления неисправностей у вагонов на ходу поезда (КП), автоконтрольные пункты (АКП), пункты текущего отцепочного ремонта вагонов ТР-1 и ТР-2 (ПТОР), промывочно-пропарочные станции и пункты подготовки цистерн к наливу (ППС). Кроме указанных выше пунктов в состав эксплуатационного депо входит вспомогательный участок, включающий отделения: инструментальное, складское, ремонта, зарядки, транспортное, а также котельную и компрессорную.

В связи с реформированием пассажирского комплекса ОАО «РЖД» в настоящее время в состав вагонных эксплуатационных депо переданы пункты технического обслуживания, пункты смены колесных пар и пункты экипировки пассажирских вагонов в пути следования. В результате этого расширились функции вагонного хозяйства за счет контроля технического состояния и экипировки пассажирских поездов водой и углем в пути следования.

Пункты технического обслуживания вагонов (ПТО) располагают на участковых станциях для выявления технических неисправностей вагонов и их устранения без отцепки от состава. Эти пункты имеют воздухопроводную сеть для опробования автотормозов, мощные дорожки или узкоколейные пути в междупутьях с передвижными ремонтными установками для транспортировки запасных частей и деталей. В последнем случае ширина междупутья принимается 5,60 м.

Пункты текущего ремонта вагонов (ПТОР) размещают на станциях массовой подготовки вагонов под погрузку. Для удобства подачи вагонов эти пункты обычно размещают рядом с сортировочным парком, с выходом на вытяжку; они имеют два сквозных ремонтных пути полезной длиной не менее 250 м, козловой кран пролетом 16 м, мастерские, кладовую запасных частей, трансформаторную подстанцию.

В состав ВЧДр входят службы и цеха, подразделяемые на участки: вагоносборочный; колесно-роликовый; ремонта тормозного оборудования; ремонтно-заготовительный и вспомогательный.

Грузовые ремонтные вагонные депо специализируют, как правило, для ремонта одного или двух типов вагонов и рассчитывают на ремонт 6—10 тыс. вагонов в год. Все устройства вагонного депо размещают с учетом поточной технологии работы, минимальной длины коммуникаций, возможности кооперирования производства.

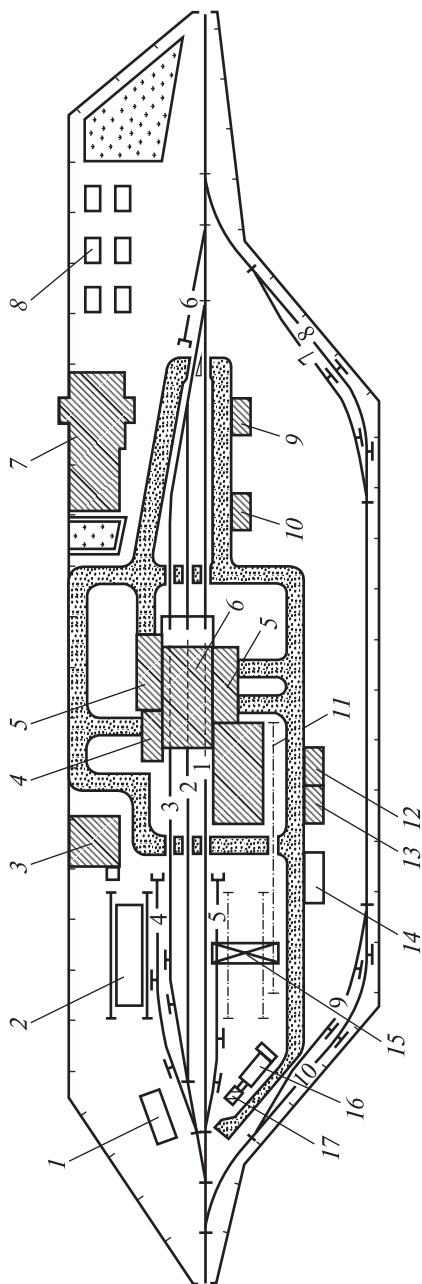


Рис. 14.6. Пример планировки территории вагонного ремонтного депо:

1 — площадка для угля; 2 — угольный склад; 3 — котельная; 4 — служебно-технический корпус и бытовые помещения; 5 — мастерские; 6 — вагоноремонтный цех; 7 — деревообделочный цех; 8 — склад лесоматериалов; 9 — главный магазин тележек; 10 — подзарядная аккумулятор; 11 — круги для поворота тележек; 12 — трансформаторная подстанция; 13 — компрессорная; 14 — хранилище бензина и красок; 15 — парк колесных пар и тележек; 16 — хранилище смазки; 17 — концентраторное отделение; пути 1, 2, 3 — ремонтные; 4, 5 — выгрузочные; 6, 8 — ходовые; 7 — для стоянки отремонтированных вагонов; 9 — то же, для подаваемых в ремонт; 10 — для выгрузки колесных пар

На участковых станциях вагонное ремонтное депо целесообразно размещать рядом с локомотивным хозяйством, примыкая его к вытяжному пути, что способствует объединению отдельных устройств.

На территории вагонного хозяйства укладывают ремонтные, выставочные пути (для вагонов, ожидающих ремонта и отремонтированных), пути для выгрузки колесных пар, лесоматериалов, смазочных масел, горючего, запчастей и др.

Ремонтные пути проектируют сквозными, горизонтальными с прямыми вставками перед зданием депо не менее длины вагона. Их полезную длину обычно рассчитывают на тройную длину ремонтного цеха.

Длину выставочных путей для неисправных и отремонтированных вагонов устанавливают по количеству одновременно подаваемых вагонов, и ее можно принимать за 300 м.

Пример планировки вагонного хозяйства представлен на рис. 14.6.

14.5. Прочие устройства и сооружения

Помимо рассмотренных выше устройств на каждой участковой станции предусматривают служебно-технические здания и устройства путевого хозяйства; сигнализации, централизации и блокировки; связи; электрификации и электроснабжения; материально-технического обеспечения; устройства водоснабжения и водоотведения, очистные сооружения.

Из устройств путевого хозяйства на участковых станциях предусматриваются эксплуатационно-ремонтные базы дистанций пути (рис. 14.7).

Для контрольно-испытательных и ремонтных работ устройств СЦБ строятся эксплуатационно-ремонтные пункты дистанций сигнализации, централизации и блокировки (рис. 14.8).

Текущее обслуживание и ремонт систем и устройств технологической электросвязи, в том числе устройств парковой громкоговорящей связи, пунктов считывания системы автоматической идентификации подвижного состава и систем документированной регистрации переговоров обеспечивает региональный центр связи, подразделения которого находятся на территории дистанции сигнализации, централизации и блокировки.

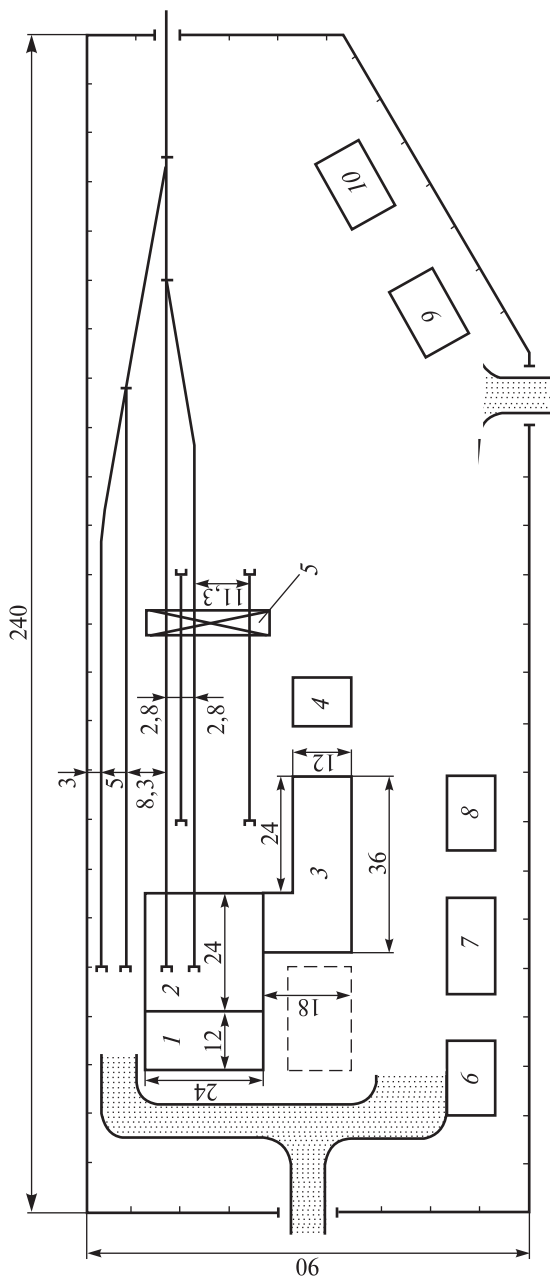


Рис. 14.7. Эксплуатационно-ремонтная база механизированной дистанции пути:

1 — производственно-бытовой корпус; 2 — производственный корпус; 3 — вспомогательный корпус; 4 — площадка для экскаваторов; 5 — козловой кран; 6 — площадка для мойки машин; 7 — топливозаправочный пункт; 8 — склад смазочного материала в таре; 9 — сарай для инвентаря; 10 — площадка с контейнерами для отходов

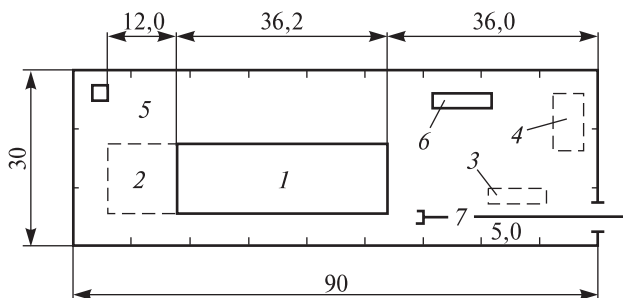


Рис. 14.8. Эксплуатационно-ремонтный пункт дистанции сигнализации, централизации и блокировки:

1 — здание эксплуатационно-ремонтного пункта с мастерскими; 2 — площадка для автотранспорта; 3 — площадка для складирования опор; 4 — площадка для складирования кабельных барабанов; 5 — склад горюче-смазочных материалов; 6 — площадка для мойки автомобилей; 7 — железнодорожный путь

На станциях электрифицированных линий располагаются тяговые подстанции, участки энергоснабжения и дежурные пункты контактной сети (рис. 14.9). При расположении на станции тяговой подстанции и дежурного пункта контактной сети их обычно располагают в едином блоке, с удобным выходом на главные пути.

Для снабжения производственных единиц железнодорожного транспорта необходимыми материалами и запасными частями на участковых станциях сооружают материальные склады (рис. 14.10), размещаемые вблизи локомотивного хозяйства или грузового района с примыканием к вытяжному пути.

Участковые станции обычно имеют собственное водоснабжение, обеспечивающее производственные и хозяйственные потребности. Источниками водоснабжения служат реки, озера и грунтовые воды.

Водонапорные башни располагают обычно ближе к наиболее крупным потребителям воды, а разводящая сеть от них укладывается к служебно-техническим и производственным зданиям, грузовым складам и вокзалу.

Для отвода производственных вод от локомотивных и вагонных депо, обмывочных площадок, служебно-технических, культурно-бытовых и других зданий устраивается водоотведение, а для очистки

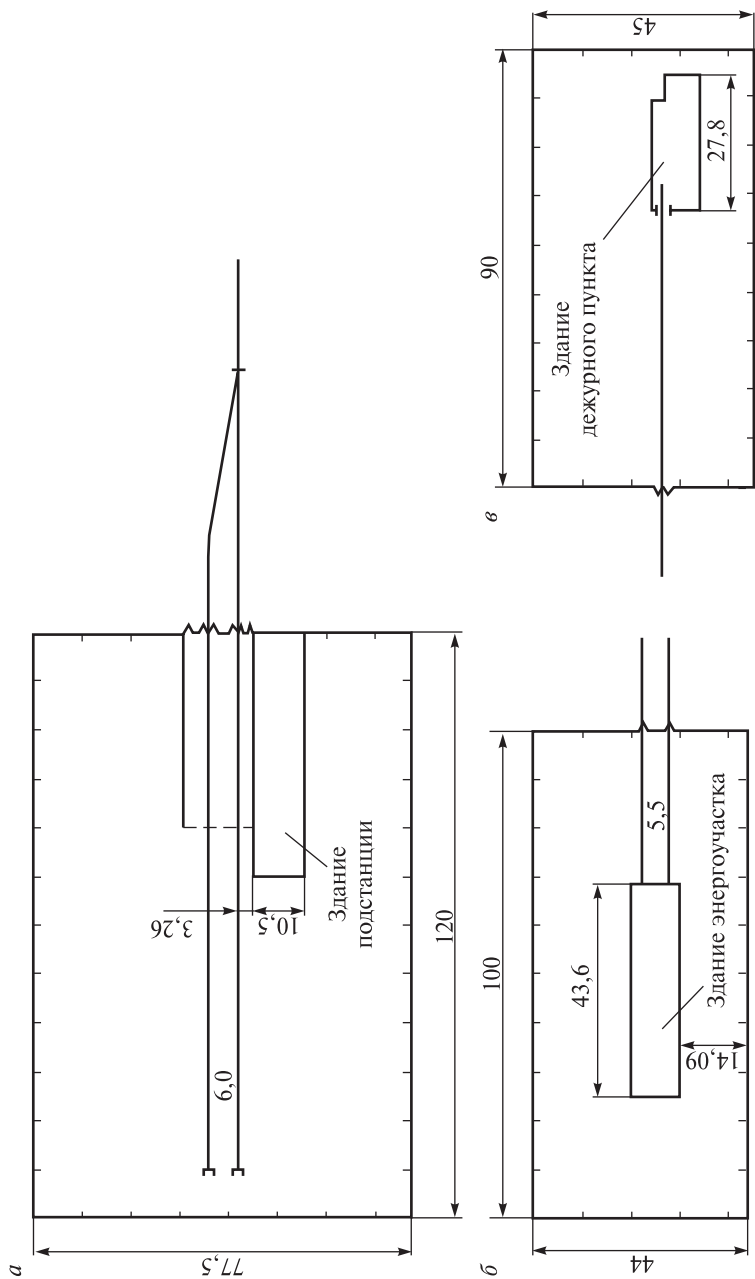


Рис. 14.9. Устройства энергоснабжения электрифицированных линий:
 тяговая подстанция (а); энергоучасток (б); дежурный пункт контактной сети (в)

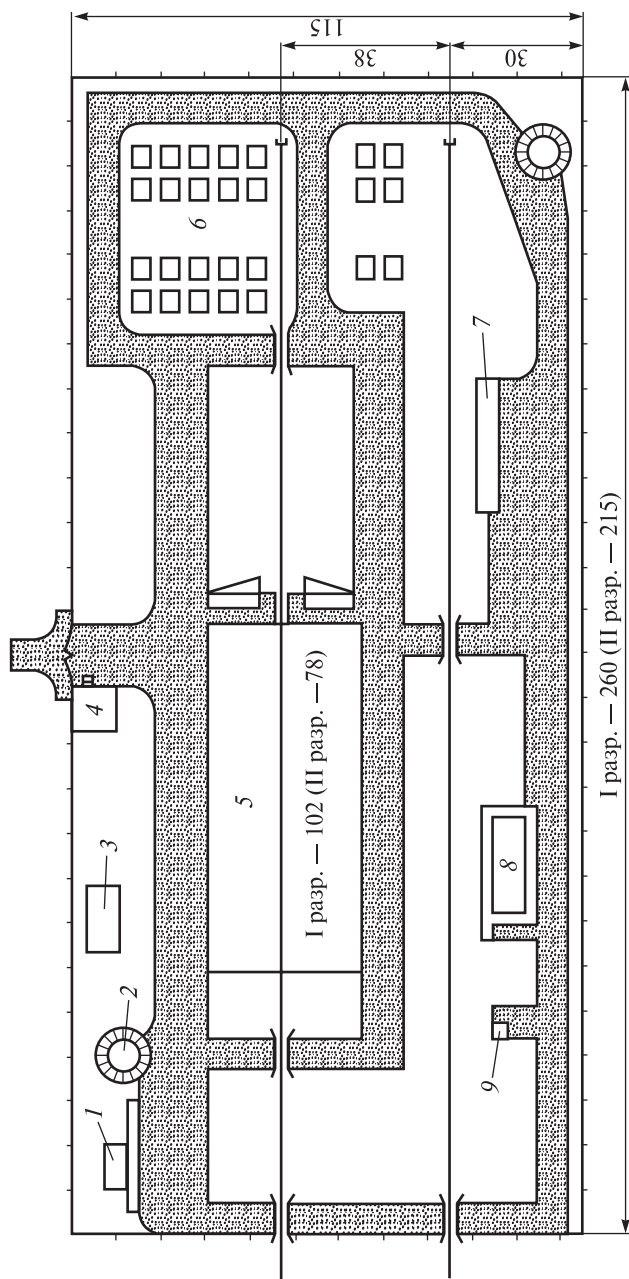


Рис. 14.10. Материальный склад:

1 — склад топлива; 2 — пожарный водоем; 3 — кладовая; 4 — котлора; 5 — главная кладовая; 6 — площадка для лесоматериала; 7 — кладовая строительных материалов; 8 — кладовая химических материалов; 9 — хранилище керосина и бензина

этих вод в соответствии с требованиями охраны окружающей среды предусматриваются очистные сооружения.

Контрольные вопросы

1. Какие сооружения и устройства входят в состав локомотивного хозяйства?
2. Назовите основные принципы размещения локомотивного хозяйства.
3. Какие виды ремонтов и технического обслуживания выполняются в ремонтном локомотивном депо?
4. Каковы принципы определения необходимого числа стойл в депо для ремонта локомотивов?
5. Что включает в себя комплекс экипировочных устройств и как осуществляется их расчет?
6. Какие устройства входят в состав вагонного хозяйства и принципы их размещения?
7. Какие устройства и сооружения, кроме локомотивного и вагонного хозяйств, проектируют на участковых станциях?

Глава 15. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПУТЕВОГО РАЗВИТИЯ И ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ УЧАСТКОВЫХ СТАНЦИЙ

15.1. Определение размеров работы станций на расчетные сроки

В качестве исходных данных для расчета мощности путевого развития (количество и длина путей по отдельным паркам станции) служат сведения о размерах перевозок грузов (грузопотоки).

Грузопотоки представляются в виде данных о величине транзитного и местного грузооборота. От годового транзитного и местного грузооборота переходят к суточному вагонообороту с учетом неравномерности перевозок грузов в соответствии с порядком, изложенным в п. 7.1 настоящего учебника.

Для определения размеров движения на подходах к станции и местной работы в задании на разработку проекта участковой станции указывают типы магистральных и маневровых локомотивов и условия проектирования (руководящий уклон i (‰), род подвижного состава и др.).

В качестве примера в табл. 15.1 представлены данные вагонооборота узловой станции «А» с тремя подходами «Б», «В» и «Г».

Таблица 15.1

Вагонооборот станции «А»

На От	Г		Б		В		А	Итого	
	б/п	с/п	б/п	с/п	б/п	с/п		б/п	с/п
Г	—	—	2330	437	1131	280	56	3461	773
Б	2185	375	—	—	984	113	33	3169	521
В	1224	213	718	81	—	—	23	1942	317
А	—	37	—	21	—	11	—	—	69
Итого	3409	625	3048	539	2115	404	112	8572	1680

По заданному объему вагонопотоков определяется порожний вагонопоток. Учитывая, что порожний вагонопоток из одного направления на другое должен проходить через данную станцию транзитом без переработки, следует установить направления, где имеется избыток и недостаток порожних вагонов. Порожний вагонопоток рассчитывается исходя из условия равночисленного поступления и отправления вагонов на каждом направлении.

Для определения порожнего вагонопотока на направлениях устанавливается избыток и недостаток вагонов на каждом из подходов к станции. Расчет производится на основании исходной таблицы вагонопотоков (табл. 15.1), а результаты сводятся в табл. 15.2.

Таблица 15.2

Расчет избытка и недостатка вагонов

Направление	Количество вагонов	Избыток	Недостаток
из Г	4234	—	200
на Г	4034		
из Б	3690	—	103
на Б	3587		
из В	2259	260	—
на В	2519		
из А	69	43	—
на А	112		
Итого	—	303	303

Полученное распределение порожних вагонов вносится в исходную таблицу вагонопотоков по направлениям (см. табл. 15.3).

По данным табл. 15.3 в соответствии с правилами тяговых расчетов определяется число поездов (транзитных, участковых, сборных) по направлениям.

Транзитные поезда, следующие через станцию «А» без переработки, должны быть полновесными и полносоставными. Масса поезда и количество вагонов в составе ограничены полезной длиной приемо-отправочных путей. Зная количество вагонов в составе поезда, число транзитных поездов без переработки определяют делением соответствующего числа вагонов (отдельно груженых и порожних), указанного в табл. 15.3, на количество вагонов в составе поезда. Оставшиеся после деления вагоны, не включенные в транзитные поезда, будут следовать с участковыми и сборными

поездами. Эти вагоны прибавляются к вагонопотоку, проходящему через станцию «А» с переработкой.

Таблица 15.3

Таблица груженых и порожних вагонопотоков, проходящих через станцию «А»

На От	Г		Б		В		А	Итого	
	б/п	с/п	б/п	с/п	б/п	с/п		б/п	с/п
Г	—	—	2330	437	1131	280	56	3461	773
Б	2185	375	—	—	984	113	33	3169	521
В	<u>1224</u> 200	213	<u>718</u> 60	81	—	—	23	<u>1942</u> 260	317
А	—	37	—	<u>21</u> 43	—	11	—	—	<u>69</u> 43
Итого	<u>3409</u> 200	625	<u>3048</u> 60	<u>539</u> 43	2115	404	112	<u>8572</u> 260	<u>1680</u> 43

В результате указанных расчетов осуществляется корректировка исходной таблицы груженых и порожних вагонопотоков по направлению. Расчеты производятся по каждому направлению в отдельности. При условии, что расчетное число вагонов в составе поезда равно 67 (для примера), скорректированная таблица вагонопотоков, проходящих через станцию «А», примет вид табл. 15.4.

В табл. 15.4 вагонопоток из «А» на «Б» с переработкой указан без подразделения на груженный и порожний, поскольку все вагоны в данном направлении следуют в участковых и сборных поездах.

Вагонопоток, следующий через станцию «А» с переработкой, включается в участковые и сборные поезда.

Таблица 15.4

Скорректированная таблица вагонопотоков, проходящих через станцию «А»

На От	Г		Б		В		А	Итого	
	б/п	с/п	б/п	с/п	б/п	с/п		б/п	с/п
Г			2278	489	1 072	339	56	3350	884
Б	2144	416			938	159	33	3082	608
В	<u>1273</u> 134	230	737	122			23	<u>2010</u> 134	375
А	—	37	—	64	—	11		—	112
Итого	<u>3417</u> 134	683	3 015	675	2 010	509	112	<u>8442</u> 134	1979

Количество поездов данной категории находится, исходя из общего вагонопотока на прилегающих к станции «А» участках в каждом направлении, который определяется из выражения:

$$N_{\text{общ}}^{\text{с/п}} = \sum_{i=1}^3 N_i^{\text{с/п}}, \quad (15.1)$$

где $N_i^{\text{с/п}}$ — число, следующих в i -м направлении, на данном участке вагонов.

Количество участковых поездов находится делением общего вагонопотока с переработкой, следующего в данном направлении на данном участке, на состав поезда. Количество полносоставных участковых поездов будет представлять собой целую часть от полученного частного. Остаток вагонов (дробная часть) включается в состав сборного поезда. Таким образом, определяется количество участковых и сборных поездов на каждом из подходов к станции «А».

Результаты расчетов количества поездов, проходящих через станцию «А» без переработки и с переработкой, заносятся в табл. 15.5.

На основании табл. 15.5 строится диаграмма поездопотоков станции «А», представленная на рис. 15.1.

Таблица 15.5

Таблица поездопотоков, проходящих через станцию «А»

На От	Г			Б			В			А		Итого		
	Транзит Б/П	с/п		Транзит Б/П	с/п		Транзит Б/П	с/п		с/п		Транзит Б/П	с/п	
		Участковые	Сборные		Участковые	Сборные		Участковые	Сборные	Участковые	Сборные		Участковые	Сборные
Г	—	—	—	34	—	—	16	—	—	13	1	50	13	1
Б	32	—	—	—	—	—	14	—	—	9	1	46	9	1
В	$\frac{19}{2}$	—	—	11	—	—	—	—	—	5	2	$\frac{30}{2}$	5	2
А	—	10	1	—	10	1	—	7	2	—	—	—	27	4
Итого	$\frac{51}{2}$	10	1	45	10	1	30	7	2	27	4	$\frac{126}{2}$	54	8

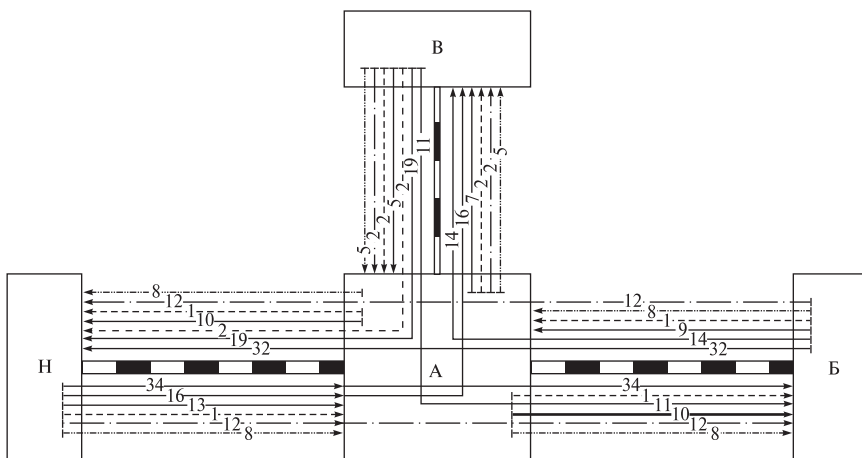


Рис. 15.1 Диаграмма поездопотоков:

→ — транзитные поезда; ---→ — из порожних вагонов; → — участковые поезда; → — сборные поезда; → — пассажирские поезда

15.2. Методы расчета путевого развития и пропускной способности станций

В настоящее время для расчета числа путей в парках, пропускной способности станции и отдельных ее элементов используются следующие основные методы: аналитический, графический и имитационное моделирование.

Аналитический метод прост в использовании и требует меньше времени на выполнение расчетов по сравнению с остальными. Данный метод предполагает использование аналитических выражений и подразделяется на *детерминированный* и *вероятностный*. В первом случае для расчета используются аналитические формулы, а во втором — выражения, основанные на теории массового обслуживания. Однако использование данного метода дает значительные погрешности, так как расчет ведется по отдельным элементам (парки станции, горловины, сортировочные и грузовые устройства), и не учитывает их взаимного влияния и особенностей схем станции на искомый результат.

Графический метод дает наглядное изображение реализации станционных процессов, позволяет в большей степени, чем аналитический, учесть взаимодействие прилегающих участков, станции

и ее отдельных элементов, а также особенности схемы станции. Данный метод дает более точный результат, особенно при сложных горловинах, но является более трудоемким. Для применения графического метода в расчетах станционных устройств необходимо предварительно разработать графики движения поездов на прилегающих к станции участках для намечаемых размеров движения. Результат расчета будет соответствовать лишь этому принятому графику движения поездов.

Достоинством *имитационного моделирования* является возможность отображать объекты, которые не поддаются строгой формализации. Так, например, в имитационной модели станции возможно задавать различные размеры пропускной способности ее горловин, которая зависит от структуры станции, технологии ее работы, случайных внутренних и внешних факторов и т.д. Этот метод дает наиболее точный результат за счет исключения недостатков, присущих рассмотренным выше методам.

В то же время использование имитационного моделирования связано с высокой трудоемкостью построения модели, необходимостью большого числа реализаций модели и высокой квалификации пользователей. В настоящее время специалистами предложены способы преодоления указанных сложностей. Это создание систем автоматизированного построения имитационных моделей, а также способы оптимизации расчетов.

15.3. Аналитические методы расчета числа приемо-отправочных путей

На участковых станциях для приема и отправления пассажирских поездов используются главные и специальные пассажирские приемо-отправочные пути. Число пассажирских приемо-отправочных путей, включая главные, должно быть не менее числа прилегающих к станции направлений. При этом для обеспечения возможности пропуска пассажирских поездов пачками и пакетами необходимо иметь хотя бы один дополнительный путь сверх числа главных путей.

Число приемо-отправочных путей для грузовых поездов определяется в зависимости от размеров и характера грузового движения на подходах к станции, устройств автоматики и телемеханики на

станции и прилегающих перегонах, а также технологических норм обработки поездов на станции.

Для определения путевого развития приемо-отправочных парков можно использовать метод расчета по интервалу прибытия.

В этом случае число приемо-отправочных путей определяется для каждого направления по формуле

$$m = \frac{t_{\text{зан}}}{I_p} + 1, \quad (15.2)$$

где $t_{\text{зан}}$ — время занятия пути одним поездом, мин; I_p — расчетный интервал прибытия поездов в данный парк, мин.

Обычно при расчетах числа путей для грузовых поездов в качестве расчетного принимается минимальный интервал следования грузовых поездов на примыкающем подходе, допускаемый по имеющимся или проектируемым устройствам автоматики и телемеханики: $I_p = I_{\text{min}}$. Тогда пропускная способность приемо-отправочных путей станции будет равна пропускной способности участка. Однако грузовые поезда следуют с минимальным интервалом или близким к нему при заполнении пропускной способности линии на 70 % и более.

При меньшем заполнении пропускной способности расчетный интервал с достаточной точностью можно принять равным

$$I_p = \frac{(I_{\text{cp}} + I_{\text{min}})}{2}, \quad (15.3)$$

где I_{min} — минимальный интервал следования грузовых поездов на данном участке по условиям автоблокировки; I_{cp} — средний интервал следования поездов на двухпутных линиях:

$$I_{\text{cp}} = \frac{1440}{(\beta n_{\text{гр}} + \varepsilon n_{\text{п}})}, \quad (15.4)$$

где $n_{\text{гр}}$, $n_{\text{п}}$ — число поездов соответственно грузовых и пассажирских в рассматриваемом направлении; β — коэффициент увеличения расчетных размеров движения в отдельные сутки вследствие внутримесячной неравномерности ($\beta = 1,1-1,5$); ε — коэффициент съема грузовых поездов пассажирскими.

Для участков с интенсивным движением пригородных поездов из 1440 мин вычитается суммарное время интенсивного движения утром и вечером (всего 4 ч).

Применение расчетного интервала вместо минимального позволяет уменьшить число путей на первую очередь строительства в проектах переустройства участковых станций при сооружении второго главного пути, когда получаемая пропускная способность линии значительно превышает потребную.

На узловых участковых станциях в приемо-отправочный парк поезда принимаются с двух подходов. В этом случае определяют средневзвешенный расчетный интервал приема поездов в парк:

$$I_p^{\text{ср.в}} = \frac{I_p' I_p''}{I_p' + I_p''} \quad (15.5)$$

Если одна из линий однопутная, то при определении средневзвешенного интервала по формуле (15.5) расчетный интервал прибытия поездов с этой линии принимается равным $\frac{1440}{n_{\text{max}}}$, где n_{max} — максимальная пропускная способность линии с учетом резерва.

Зная количество поездов, прибывающих в расформирование и поездов своего формирования со всех и на все направления определяется время занятия пути одним поездом $t_{\text{зан}}^p$. При этом учитывается не только продолжительность выполняемых технологических операций по прибытию и отправлению, но и среднее время задержки поезда на путях станции $t_{\text{ож}}$ по различным причинам (ожидания «нитки» графика, окончания технического обслуживания и др.).

Расчетное время занятия пути одним поездом:

1) прибывающим на станцию в расформирование:

$$t_{\text{зан}}^p = t_{\text{пр}} + t_{\text{ож}}' + t_{\text{оп}}^p + t_{\text{ож}}''' + t_{\text{уб}}, \quad (15.6)$$

где $t_{\text{пр}}$ — время занятия маршрута при приеме поезда на станцию, мин; $t_{\text{ож}}'$ — среднее время ожидания начала выполнения операций по прибытию поезда на станцию, мин; $t_{\text{оп}}^p$ — время выполнения операций по прибытию согласно технологическому процессу, мин; $t_{\text{ож}}'''$ — среднее время ожидания вывода состава с пути прибытия на вытяжной путь для расформирования; $t_{\text{уб}}$ — время занятия пути приемо-отправочного парка при уборке состава на вытяжной путь для расформирования;

2) отправляемым со станции своего формирования:

$$t_{\text{зан}}^{\Phi} = t_{\text{под}} + t_{\text{ож}}' + t_{\text{оп}}^{\Phi} + t_{\text{ож}}'' + t_{\text{от}}, \quad (15.7)$$

где $t_{\text{под}}$ — время занятия пути подачей сформированного состава с вытяжного пути на путь приемо-отправочного парка; $t''_{\text{ож}}$ — среднее время ожидания «нити» графика, которое можно принять равным половине интервала отправления поезда в данном направлении; $t_{\text{от}}$ — время занятия маршрута при отправлении поезда от момента приготовления до освобождения маршрута.

Необходимые для определения по формулам (15.6) и (15.7) значения, кроме $t_{\text{ож}}$, подлежат расчету. Время $t_{\text{ож}}$ определяется по среднестатистическим данным при натурном обследовании станции.

Минимальное время занятия маршрута при приеме поезда или его отправлении ($t_{\text{пр}}$, $t_{\text{от}}$) рассчитывается по схеме, приведенной на рис. 15.2. В момент открытия входного сигнала поезд должен находиться от него на расстоянии тормозного пути $l_{\text{т}}$ плюс расстояние $l_{\text{в}}$, которое поезд проходит за время $t_{\text{в}}$, необходимое на восприятие машинистом показания входного сигнала:

$$t_{\text{пр}} = t_{\text{м}} + t_{\text{в}} + \frac{L_{\text{вх}} + l_{\text{т}}}{16,7 v_{\text{вх}}}; \quad (15.8)$$

$$L_{\text{вх}} = L_{\text{гп}} + L_{\text{п}},$$

где $t_{\text{м}}$ — время установки маршрута и открытия сигнала (при электрической централизации стрелок и автоблокировке время установки маршрута принимается 0,05 мин на одну стрелку, а время на открытие входного сигнала 0,1 мин; при маршрутной централизации $t_{\text{м}}$ принимается 0,15–0,2 мин); $t_{\text{в}}$ — время восприятия машинистом показания сигнала — 0,1 мин; $v_{\text{вх}}$ — средняя скорость входа поезда на станцию с учетом снижения скорости на стрелках при движении на боковые пути и замедлении перед остановкой, в ориентировочных расчетах можно принять 25 км/ч; $L_{\text{гп}}$ — длина горловины станции, ориентировочно 400–500 м (в реальном проектировании устанавливается по масштабному плану станции); $L_{\text{п}}$ — длина поезда, м.

При расчете минимального значения времени $t_{\text{пр}}$ по формуле (15.8) поезд должен во многих случаях значительно снижать скорость на блок-участках, предшествующих входному сигналу. Поэтому при автоблокировке можно считать, что в момент открытия входного сигнала светофора поезд должен находиться от него на расстоянии двух блок-участков (см. рис. 15.2), чтобы машинист видел зеленый огонь проходного светофора (предупредительного перед входным) и не начал преждевременно снижать скорость. В этом случае до предупредительного сигнала поезд следует, не снижая скорость, а от него до места остановки со скоростью $v_{\text{вх}}$, и время на прием поезда:

$$t_{\text{пр}} = t_{\text{м}} + \frac{l''_{\text{бл}}}{16,7v} + \frac{L_{\text{вх}} + l'_{\text{бл}}}{16,7v_{\text{вх}}}, \quad (15.9)$$

где $l'_{\text{бл}}$, $l''_{\text{бл}}$ — длины блок-участков; v — установленная скорость движения поездов на блок-участке (60–90 км/ч)

Время следования поезда от момента открытия входного сигнала наиболее точно может быть определено тяговыми расчетами по кривым времени.

Время занятия маршрута при отправлении поезда:

$$t_{\text{от}} = t_{\text{м}} + t_{\text{о}} + \frac{L_{\text{вых}}}{16,7v_{\text{вых}}}, \quad (15.10)$$

где $t_{\text{о}}$ — время от момента открытия сигнала до трогания поезда; для грузовых поездов $t_{\text{о}} = 0,5$ мин; $L_{\text{вых}}$ — расстояние, проходимое поездом до момента освобождения маршрута, равное сумме длин горловины отправления $L_{\text{го}} = 400–500$ м и поезда $L_{\text{п}}$; $v_{\text{вых}}$ — средняя скорость выхода поезда со станции с учетом разгона (ориентировочно можно принять 15 км/ч).

Продолжительность маневровых передвижений ($t_{\text{уб}}$, $t_{\text{под}}$ и др.), мин,

$$t_{\text{ман}} = t_{\text{м}} + \frac{l_{\text{ман}}}{16,7v_{\text{ман}}}, \quad (15.11)$$

где $l_{\text{ман}}$ — длина, включающая длину маршрута (можно ориентировочно принять 200–300 м) и маневрового состава (поездов своего формирования, $L_{\text{п}}$), м; $v_{\text{ман}}$ — средняя скорость маневровых передвижений, км/ч.

Скорость маневровых передвижений зависит от веса состава и длины полурейса. Учитывая разгон, замедление и подход маневрового состава или локомотива к вагонам со скоростью не более 3 км/ч, можно принять среднюю скорость маневровых передвижений при длине до 200 м — 5 км/ч, а от 200 до 500 м — 10–15 км/ч;

3) транзитным поездом:

$$t_{\text{зан}}^{\text{тр}} = t_{\text{пр}} + t'_{\text{ож}} + t_{\text{оп}}^{\text{тр}} + t''_{\text{ож}} + t_{\text{от}}. \quad (15.12)$$

Слагаемые этой формулы те же, что и в формулах (15.6) и (15.7). Следует лишь принять $t_{\text{оп}}^{\text{тр}}$ по технологическому процессу обработки транзитных поездов со сменой, без смены локомотивов и сменой локомотивных бригад, если на приемо-отправочных путях устраиваются экипировочные устройства.

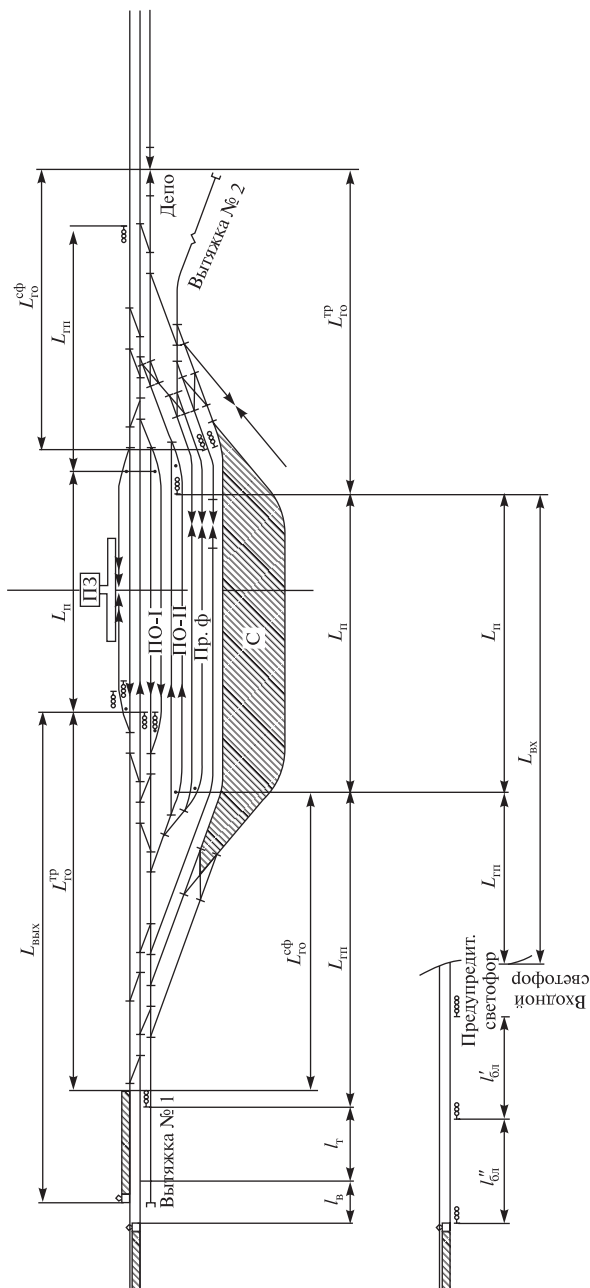


Рис. 15.2. Схема длин маршрутов при приеме поезда в расформирование и отправлении поезда своего формирования:

ПО-П — транзитный парк нечетного направления; ПО-П — транзитный парк четного направления; Пр.ф — парк прибытия поездов в разборку и отправления поездов своего формирования; С — сортировочный парк; $l_{\text{в}}$ — расстояние прохода поезда за время восприятия сигнала машинистом поезда; $l_{\text{т}}$ — тормозной путь поезда; $l'_{\text{бол}}$, $l''_{\text{бол}}$ — длина первого и второго блок-участков перед станцией соответственно; $L_{\text{тр}}$ — длина горловины станции по приему поезда; $L_{\text{тр}}$ — длина горловины транзитного поезда; $L_{\text{то}}^{\text{сф}}$ — длина горловины станции по отправлению поезда своего формирования; $L_{\text{вх}}$ — расстояние, проходимое поездом от входного светофора до выходного светофора соответствующего пути парка ПО-П; $L_{\text{пшх}}$ — расстояние, проходимое поездом от выходного светофора до выхода со станции; $L_{\text{п}}$ — длина поезда

Необходимо также иметь в виду, что в схемах участковых станций продольного или полупродольного типов длина горловин по прибытию и по отправлению будет короче для транзитных парков нечетного направления ПО-I (200—350 м).

Зная продолжительность занятия пути одним поездом соответствующей категории ($t_{\text{зан}}^P, t_{\text{зан}}^F, t_{\text{зан}}^{\text{TP}}$), определяется количество путей в соответствующих парках из выражения (15.2).

В тех случаях, когда в приемо-отправочном парке станции обрабатывают поезда с разной продолжительностью операций (при отсутствии резко выраженного транзитного потока), предварительный расчет числа путей в нем может выполняться по суммарной загрузке в расчетный период интенсивного (сгущенного) движения поездов $T_p^И$ продолжительностью 1,5—2,0 ч:

$$m = \frac{\sum n_i^{\text{сг}} t_{\text{зан.}i}}{T_p^И}, \quad (15.13)$$

где $n_i^{\text{сг}}$ — число поездов i -й категории в период сгущения; $t_{\text{зан.}i}$ — время занятия пути одним поездом i -й категории.

В таких случаях может также применяться расчет числа путей по суммарной их суточной загрузке $\sum n_{\text{сут}} t_{\text{зан}}$, но с введением коэффициента неравномерности движения грузовых поездов $K_{\text{нер}}$:

$$m = \frac{\sum n_{\text{сут}} t_{\text{зан}} K_{\text{нер}}}{1440}. \quad (15.14)$$

При расчете числа путей по формуле 15.14 следует учитывать, что для каждого подхода к какой-либо конкретной станции свойственна неравномерность грузового движения в зависимости от многих условий: соотношения размеров пассажирского и грузового движения и соотношения скоростей этих поездов, расположения пассажирских поездов на графике, средств СЦБ, степени заполнения пропускной способности и др.

Коэффициенты неравномерности движения грузовых поездов в большинстве случаев колеблются от 1,3 до 1,6, причем значения этих коэффициентов для отдельных участков довольно устойчивы по годам, проявляя тенденцию к некоторому снижению по мере роста размеров движения и повышения ритмичности работы.

Большие значения $K_{\text{нер}}$ имеет на участках с большими размерами пассажирского движения (более 20—30 пар).

Для упрощения расчетов число приемо-отправочных путей в парках участковой станции можно определить по номограммам, приведенным на рис. 15.3, разработанным Всероссийским научно-исследовательским институтом железнодорожного транспорта. Метод заключается в следующем. На основе моделирования установлено, что на технических станциях, в том числе участковых, в парках для транзитных поездов без переработки и в отправочных парках для поездов своего формирования потребное число путей

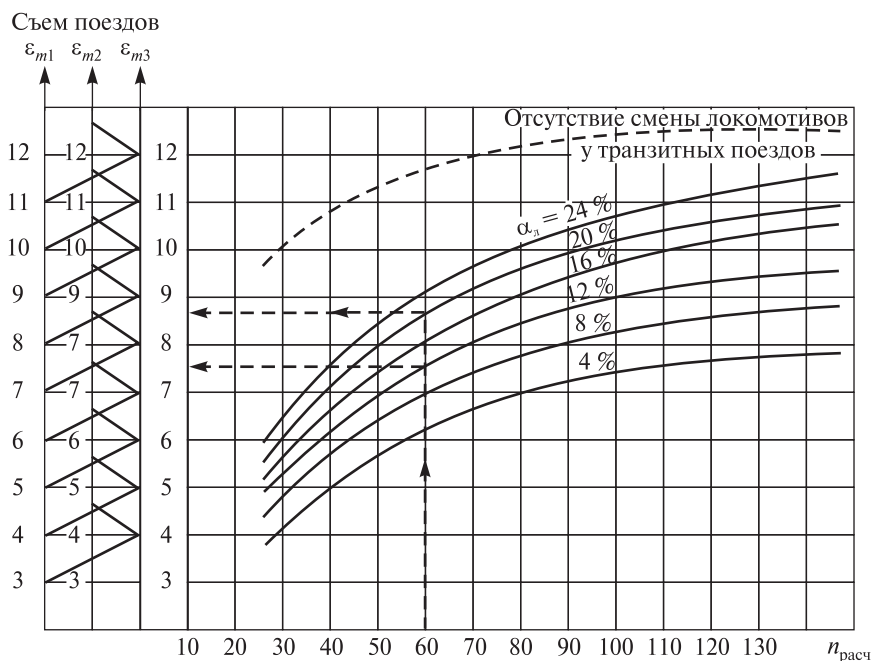


Рис. 15.3. Номограмма определения съема поездов с одного пути в приемо-отправочных парках участковой станции:

шкала ϵ_{m1} — узловая станция при числе пассажирских поездов на примыкающих к парку линиях (со стороны прибытия) более 40; шкала ϵ_{m2} — менее 25; шкала ϵ_{m3} — 25—40; для не узловых станций на однопутной линии указанным шкалам соответствуют размеры пассажирского движения по прибытию более 10, менее 5 и 5—10, а на двухпутной линии — более 30, менее 20 и 20—30

m зависит от расчетных размеров грузового движения $n_{\text{расч}}$, заданного числа пассажирских поездов, а в случае смены поездных локомотивов — еще и от величины резерва грузовых локомотивов $\alpha_{\text{л}}$, который можно принимать в размере 5—20 %.

Потребное число путей m в парках для транзитных поездов без переработки (в отправочных парках для поездов своего формирования) определяется по коэффициенту съема поездов с одного пути ξ_m , т.е.

$$m = n_{\text{расч}} / \xi_m. \quad (15.15)$$

Когда на примыкающих к рассчитываемому парку двух и более линиях число пассажирских поездов составляет 25—40, то съем поездов равен:

— при отсутствии смены поездных локомотивов

$$\xi_{m3} = 9,37 + 0,045n_{\text{расч}} - 0,00017n_{\text{расч}}^2;$$

— при наличии смены поездных локомотивов

$$\xi_{m3} = 2,23 + 0,062n_{\text{расч}} - 0,199\alpha_{\text{л}} + 0,00022n_{\text{расч}}^2 + 0,0005n_{\text{расч}}\alpha_{\text{л}} - 0,003\alpha_{\text{л}}^2.$$

При большем числе пассажирских поездов $\xi_m = \xi_{m3} - 0,8$, а при меньшем $\xi_m = \xi_{m3} + 0,8$.

Для определения коэффициента съема поездов с одного пути в приемо-отправочных и транзитных парках и числа путей в них следует пользоваться номограммой, приведенной на рис. 15.3.

В предварительных расчетах число приемо-отправочных путей на участковых станциях для каждого подхода в приемо-отправочном парке для грузового движения при отсутствии смены локомотивов у транзитных поездов должно соответствовать данным табл. 15.6, а при смене локомотивов — табл. 15.7 (однако, если смена локомотивов требуется менее чем у 24 поездов в сутки, следует пользоваться табл. 15.6 с увеличением числа путей на 1).

В табл. 15.6 и 15.7 при суммарных размерах пассажирского движения на примыкающих к парку линиях (со стороны прибытия) более 5 поездов в сутки — в случае одного однопутного подхода, более 20 — в случае одного двухпутного подхода и 25 — в случае двух и более подходов, число путей, установленное по таблицам увеличивается на один. Если к парку со стороны прибытия примы-

кает более одной линии III категории и выше, то потребное число путей в парке увеличивается на число дополнительных подходов.

Таблица 15.6

Нормативное число приемо-отправочных путей (без главных и ходовых) на участковой станции при отсутствии смены локомотивов у транзитных поездов

Расчетное число грузовых поездов соответствующего направления в сутки	Число приемо-отправочных путей (без главных и ходовых) на участковой станции для рассматриваемого направления, при отсутствии смены локомотивов у транзитных поездов
До 12	1
13—24	1—2
25—36	2—3
37—48	3—4
49—60	4—5
61—72	5—6
73—84	6—7
85—96	7—8
97—108	8—9
109—120	9—10
121—132	10—11

Таблица 15.7

Нормативное число приемо-отправочных путей на участковой станции при смене локомотивов у транзитных поездов

Расчетное число грузовых поездов в сутки	Число путей (без ходовых и вытяжных) в приемо-отправочном парке участковой станции при смене локомотивов, когда резерв их принимается равным:		
	5 %	15 %	25 %
До 36	5—7	4—5	4—5
37—48	7—8	5—6	5
49—60	8—9	6—7	5—6
61—72	9—10	7—8	6—7
73—84	10—11	8—9	7—8
85—96	11—12	9—10	8—9
97—108	12—13	10—11	9—10
109—120	13—14	11—12	10
121—132	14—15	12—13	10—11
133—144	15—17	13	11—12
145—156	17—18	13—14	12—13
157—168	18—19	14—15	13—14
169—180	19—20	15—16	14

Количество приемо-отправочных путей, определенное по табл. 15.6 и 15.7, следует увеличивать в случаях, когда требуется организация обслуживания соединенных поездов на участковой станции (при обосновании по табл. 15.8).

Таблица 15.8

Число дополнительных путей в приемо-отправочных парках при обращении соединенных поездов

Процент заполнения графика поездами (в одинарном исчислении)	Процент соединенных поездов (в одинарном исчислении)	Число дополнительных путей в приемо-отправочных парках при обращении соединенных поездов
50—80	до 30	1
	31—40	1—2
	41—60	2—3
Свыше 80	31—40	2—3
	41—60	4

Число дополнительных приемо-отправочных путей для маршрутных и других поездов, поступающих на станцию с сети железных дорог общего пользования под погрузку или выгрузку на железнодорожных путях необщего пользования, надлежит принимать по табл. 15.9.

Таблица 15.9

Число дополнительных путей в приемо-отправочных парках

Назначение путей	Число дополнительных приемо-отправочных путей при среднесуточном числе поездов одного направления	
	до 8	8—12
Прием или отправление маршрутных поездов: без деления маршрута на части	1	1
	1—2	2
Прием и отправление сборных и участковых поездов	1—2	2—3

Аналитические расчеты количества приемо-отправочных путей и определение их по таблицам не учитывают ходовых путей. Их число не определяется расчетами, а устанавливается технологией работы участковой станции по смене поездных локомотивов.

На однопутных линиях при поперечной схеме участковой станции требуется один ходовой путь для подачи в депо локомотивов из нечетного приемо-отправочного парка и обратно. Этот ходовой путь целесообразно располагать либо между четным и нечетным приемо-отправочными парками, либо между приемо-отправочным парком для приема в разборку и отправления поездов, если такой парк выделяется, и четным приемо-отправочным парком.

На двухпутных линиях при поперечной схеме участковой станции целесообразно предусматривать два ходовых пути: один для подачи локомотивов от нечетных поездов в депо и второй для подачи из депо локомотивов под поезда в транзитный парк нечетного направления и парк отправления поездов своего формирования в этом направлении.

Таким образом, общее количество путей в соответствующих приемо-отправочных парках, определенных аналитическими расчетами (одним из методов) равно:

$$m = \frac{t_{\text{зан}}}{I} + 1 + m_x + m_{\text{доп}}. \quad (15.16)$$

где m_x — количество ходовых путей; $m_{\text{доп}}$ — дополнительное количество путей, зависящее от числа примыкающих подходов и обслуживания путей необщего пользования определяется по табл. 15.8 или 15.9.

Количество приемо-отправочных путей в каждом парке, рассчитанное аналитическим путем (без ходовых и дополнительных путей) следует сравнивать с количеством приемо-отправочных путей по каждому парку по табл. 15.6 и 15.7 и принимать большее из них, прибавив к этому количеству путей соответствующее количество ходовых и дополнительных путей.

15.4. Определение числа сортировочных и вытяжных путей

В сортировочном парке предусматриваются пути для накопления составов и формирования сборных, участковых и в некоторых случаях сквозных поездов на прилегающие к станции участки, а также пути для местных вагонов. При расформировании составов прибывающих участковых и сборных поездов, а также составов, поступающих с путей необщего пользования, вагоны направляются на пути этого парка в соответствии с их назначением. Число путей в сортировочном парке устанавливается в зависимости от количества

назначений по плану формирования поездов, суточного числа перерабатываемых вагонов, особенностей технологического процесса и местной работы станции с учетом выделения путей для вагонов с опасными грузами, а также вагонов разных собственников, в том числе порожних (в отстое, в ожидании грузов).

Как правило, на участковой станции количество сортировочных путей должно быть не менее:

- одного пути (для накопления и формирования поездов) для каждого примыкающего к станции участка (подхода), полезной длиной, равной длине приемо-отправочного пути, увеличенной на 10 %. Если количество вагонов на назначение более 200 вагонов в сутки, то необходимо выделять для этого назначения два сортировочных пути;

- одного пути для вагонов, поступающих в адрес станции, в том числе порожних вагонов различных собственников для отстоя (если число вагонов, прибывающих на станцию в течение суток, превышает 30, то рекомендуется выделять два и более сортировочных путей укороченной полезной длиной);

- одного пути для неисправных вагонов, отцепляемых на станции от поездов;

- одного пути для кратковременной (в период расформирования-формирования составов) постановки вагонов с опасными грузами, имеющего выход на главный путь в обоих направлениях;

- одного пути в снегозаносимых районах для перестановки составов и групп вагонов во время работы снегоочистительной техники в зимний период;

- одного отсечного пути, как правило, крайнего — для вагонов с коммерческим браком.

В проектах строительства (переустройства) участковых станций предусматривают укладку вытяжных путей в обоих концах сортировочного парка, если даже по расчету необходим один вытяжной путь. Поэтому со стороны горочной горловины вытяжной путь предусматривается без расчета, а определяется количество вытяжных путей в районе подформирования (в хвостовой горловине сортировочного парка).

Количество вытяжных путей в районе подформирования определяется из выражения:

$$m_{\text{в}} = \frac{\sum n_{\text{с}} t_{\text{ман}} + \sum n_{\text{д}} t_{\text{пер}}}{(1440 - T_{\text{эк}})}, \quad (15.17)$$

где $n_{\text{с}}$ — количество формируемых составов на все направления; $n_{\text{д}}$ — дополнительное количество составов (групп вагонов), обслуживаемое маневровым локомотивом вытяжного пути (подача-уборка и расстановка-сборка групп вагонов на грузовой район, подъездные пути, в локомотивное депо и др.); $t_{\text{пер}}$ — время подачи-уборки групп вагонов, включая время нахождения локомотива для расстановки и сборки вагонов на погрузочно-выгрузочных фронтах (грузового района, подъездного пути) на каждую подачу, мин; $t_{\text{ман}}$ — время на подформирование одного состава, включая вывод состава из сортировочного парка на путь отправления и возвращение локомотива, мин; $T_{\text{эк}}$ — продолжительность экипировки маневровых локомотивов и смены бригад за сутки (90—120 мин).

При этом следует учитывать все передвижения, связанные с занятием вытяжного пути, включая и отправление поездов своего формирования из сортировочного парка на направления, примыкающие к станции, и подачу локомотива на экипировку и обратно, и все заезды групп вагонов на пути необщего пользования и грузовой район, учитывая время занятия локомотива на путях необщего пользования и в грузовом районе по расстановке вагонов по фронтам погрузки-выгрузки, сборке вагонов для выставки их на станцию и др.

15.5. Аналитический расчет пропускной способности приемо-отправочных путей

Пропускная способность участковой станции — это наиболее вероятное число грузовых поездов (без переработки и с переработкой) и заданное число пассажирских поездов, которое может быть пропущено станцией за сутки по всем направлениям при условии полного использовании имеющихся технических средств и применения передовой технологии.

Различают наличную и потребную пропускную способность.

Наличная пропускная способность определяется возможностью технических устройств (количеством путей, оснащением сортировочной горки) принять (переработать) определенное количество поездов (вагонов).

Потребная пропускная способность определяется количеством поездов (вагонов), которое требуется пропустить (принять, перерабо-

тать) с учетом заданного количества пассажирских и пригородных поездов, внутримесячной неравномерности движения поездов и с учетом резерва. Резерв для станций принимают в тех же размерах, что и для линий: 20 % — для однопутных и 15 % — для двухпутных линий. Пропускная способность не узловых участков станций должна соответствовать пропускной способности подходов.

При наличии на станции приемо-отправочных парков (групп путей), специализированных только для пропуска грузовых транзитных поездов без переработки, приемных парков для приема поездов в расформирование и отправочных парков для отправления поездов своего формирования, пропускную способность путей этих парков (групп путей) рассчитывают отдельно. Такой же расчет производится, если секции путей парка жестко специализированы по примыкающим линиям.

Движение пассажирских и сборных поездов существенно влияет на использование станционных путей для грузового движения. Коэффициент α , учитывающий потери в использовании путей парка из-за движения пассажирских и сборных поездов, при примыкании к парку приемному или приемо-отправочному со стороны прибытия, а к отправочному — со стороны отправления одной однопутной или двухпутной линии равен:

$$\alpha = 1 - \frac{n_{\text{пс}} t_{\text{пост}}^{\text{п}}}{1440} - \frac{n_{\text{сб}} t_{\text{пост}}^{\text{п}}}{1440}, \quad (15.18)$$

где $n_{\text{пс}}$ и $n_{\text{сб}}$ — заданное число пассажирских и сборных поездов.

Для однопутного подхода с автоблокировкой:

$$t_{\text{пост}}^{\text{п}} = 0,33 t_{\text{ст}}^{\text{п}} + 0,53 T_{\text{пер}}^0;$$

$$t_{\text{пост}}^{\text{сб}} = T_{\text{пер}}^0 \xi_{\text{сб}},$$

где $T_{\text{пер}}^0$ — период графика пары поездов на ограничивающем перегоне; $\xi_{\text{сб}}$ — коэффициент съема грузовых поездов сборным поездом.

Для двухпутного подхода с автоблокировкой:

$$t_{\text{пост}}^{\text{п}} = 0,65 I + d;$$

$$t_{\text{пост}}^{\text{сб}} = I \xi_{\text{сб}},$$

где d — разность времени хода грузового и пассажирского поездов между ближайшей возможной по путевому развитию станцией обгона и рассчитываемой станцией (для парков приемного и приема-отправочного — со стороны прибытия, для отправочного — со стороны отправления).

При примыкании двух и более линий

$$\alpha = 1 - \frac{n_{\text{псI}} t_{\text{постI}}^{\text{п}} + n_{\text{псII}} t_{\text{постII}}^{\text{п}}}{1440} + \frac{n_{\text{псI}} t_{\text{постI}}^{\text{п}} + n_{\text{псII}} t_{\text{постII}}^{\text{п}}}{1440^2} - \\ - \frac{n_{\text{сбI}} t_{\text{постI}}^{\text{сб}} + n_{\text{сбII}} t_{\text{постII}}^{\text{сб}}}{1440} + \frac{n_{\text{сбI}} t_{\text{постI}}^{\text{сб}} + n_{\text{сбII}} t_{\text{постII}}^{\text{сб}}}{1440^2}.$$

За первую принимается линия, на которой обращается наибольшее число пассажирских поездов, за вторую линию — со следующими по величине размерами пассажирского движения и т.д. Для парков станций двухпутных линий число линий берется по прибытию. Если к парку примыкает более двух линий, то заданное для третьей и других линий число пассажирских (сборных) поездов прибавляется к их числу на второй линии и суммарные величины используются для определения коэффициента α (для средних условий $\alpha = 0,7$ — $0,95$ для не узловых станций и $\alpha = 0,4$ — $0,8$ для узловых).

Влияние неравномерности, враждебности и других факторов оценивается технически необходимой долей пропускной способности (коэффициентом ρ). Техническая доля пропускной способности ρ приемо-отправочных путей для парка: с одним двухпутным подходом равна $0,2$; с одним однопутным подходом — $0,3$; с двумя и более подходами — $0,4$.

Наличная пропускная способность путей парка (без ускоренных грузовых и сборных поездов) определяется по формуле

$$n_{\text{н}} = (1440 \alpha \beta m - t_{\text{тех}}^{\text{с}}) / t_{\text{зан}} (1 + \rho), \quad (15.19)$$

где m — наличное число путей (кроме ходовых) в рассчитываемом парке, используемых для грузовых поездов; β — коэффициент, учитывающий влияние пассажирских и сборных поездов на использование путей приемо-отправочных парков станции (при примыкании одной линии $\beta = 1,02$, при примыкании двух и более линий $\beta = 1,09$); для приемо-отправочного парка транзитных поездов без переработки $\beta = 1$); $t_{\text{тех}}^{\text{с}}$ — время выполнения работ по техническому

обслуживанию и плановым видам ремонта пути и контактной сети в среднем в сутки; $t_{\text{зан}}$ — средневзвешенное время занятия пути выполнением технологических операций с поездами (кроме ускоренных грузовых и сборных).

Для отправочных парков при резерве ниток графика, обеспеченных локомотивами $\alpha_{\text{л}} = 25 \%$, $\rho = 0,45$.

15.6. Расчет пропускной способности, загрузки горловин и задержек подвижного состава на пересечениях маршрутов

Пропускная способность стрелочных горловин. Для расчета пропускной способности горловина делится на элементы, число которых должно быть не менее максимально возможного количества одновременно совершаемых в горловине передвижений. В состав каждого элемента включается группа совместно работающих стрелочных переводов.

В один элемент должны входить находящиеся на одном пути оба стрелочных перевода перекрестного съезда с глухим пересечением и переводы, входящие в один изолированный стрелочный участок (секцию).

Пропускная способность стрелочной горловины определяется по ее расчетному элементу, наиболее загруженному комплексом передвижений, с учетом перерывов в его использовании из-за наличия враждебных маршрутов, приходящихся на один поезд.

Коэффициент, учитывающий перерывы в использовании наиболее загруженного элемента горловины, равен:

$$\alpha_{\Gamma} = \left(\sum t_{\text{зан}}^{\Gamma} + \sum t_{\text{зан.п}}^{\Gamma} \varphi_{\Gamma} t_{\text{вр}}^{\Gamma} / 1440 \right) \left(\sum t_{\text{зан}}^{\Gamma} + \varphi_{\Gamma} t_{\text{вр}}^{\Gamma} \right), \quad (15.20)$$

где $\sum t_{\text{зан}}^{\Gamma}$ — суммарное время занятия наиболее загруженного элемента горловины поездными и маневровыми передвижениями, приходящееся на один поезд; $\sum t_{\text{зан.п}}^{\Gamma}$ — то же, выполнением постоянных операций в течение суток; φ_{Γ} — коэффициент, учитывающий совмещение невраждебных передвижений в горловине (при возможности одновременного осуществления не более двух параллельных маршрутов $\varphi_{\Gamma} = 1$, трех — $\varphi_{\Gamma} = 0,7$, четырех и более — $\varphi_{\Gamma} = 0,5$); $t_{\text{вр}}^{\Gamma}$ — время возможных перерывов в использовании наиболее загруженного элемента горловины.

Статистическая обработка результатов расчетов пропускной способности горловин показывает наличие корреляционной связи между коэффициентом α_{Γ} и параметром ω , характеризующим сложность работы рассматриваемой горловины

$$\omega = (M_o - M_p)/(\mathcal{O}_o - 1),$$

где M_o — общее количество маршрутов передвижений в рассматриваемой горловине; M_p — число маршрутов с занятием наиболее загруженного (расчетного) элемента горловины; $\mathcal{O}_o$ — наибольшее возможное число одновременно осуществляемых передвижений в рассматриваемой горловине.

Упомянутая связь выражается следующим корреляционным уравнением

$$\alpha_T = 0,944 - 0,0103\omega. \quad (15.21)$$

Электрическая централизация стрелок и сигналов позволяет повысить пропускную способность горловин за счет использования (по мере освобождения) изолированных стрелочных секций в одном маршруте для передвижений по другим маршрутам.

Первоначальный маршрут обычно разбивается на элементарные маршруты, число которых равно числу входящих в него секций. Выполнять поэлементную разбивку каждого первоначального маршрута, а затем определять пропускную способность горловины с учетом секционирования вручную практически невозможно из-за трудоемкости расчетов, чего можно избежать, имея откорректированное время τ_c по каждому маршруту. Пропускная способность горловины зависит от продолжительности ее занятия каждым маршрутом с учетом секционирования и числа секций C_k , входящих в маршрут, т.е. от $\tau_c = f(\tau, C_k)$: чем больше секций C_k , тем меньше величина времени τ_c . В зависимости от длительности занятия наиболее загруженного элемента горловины, количества операций и числа секций в первоначальных маршрутах посекционное размыкание и использование стрелочных секций в маршрутах увеличивает пропускную способность горловин до 40 %.

С учетом влияющих факторов наличная пропускная способность стрелочной горловины определяется по формуле

$$n_{н.г} = (1440\alpha_T - \sum t_{зан.п}^T) / \sum t_{зан}^T (1 + \rho_T),$$

где ρ_T — коэффициент, учитывающий отказы устройств электрической централизации стрелок и сигналов ($\rho_T = 0,01$). Остальные условные обозначения даны в формуле (15.20).

Загрузка горловин. В схемах участковых станций имеются в горловинах пересечения маршрутов следования поездов с другими поездными или маневровыми маршрутами. Эти пересечения влияют

на загрузку горловин, величину задержек подвижного состава и пропускную способность станций.

При проектировании станций могут применяться три основных вида аналитических расчетов загрузки горловин:

- аналитический расчет суммарной загрузки типичных пересечений (для наиболее ответственных стрелок);
- общий аналитический расчет суммарной загрузки горловин;
- проверка допустимости пересечений в горловинах по интервалу следования поездов (при высокой частоте следования поездов в часы интенсивного движения).

Все расчеты суммарной загрузки могут вестись по суточным размерам движения $n_{\text{сут}}$, только в случаях сравнительно равномерного движения поездов в течение суток. Допустимость загрузки соответствует условию $T_{\text{загр}}^{\text{сут}} < 1440$ мин.

При неравномерном движении, и особенно в случаях пропуска через горловину значительного числа пассажирских поездов, в качестве расчетного периода T_p следует принимать не сутки, а период сгущенного движения (90—120 мин). При определении загрузки $T_{\text{загр}}$ следует принимать соответствующие этому периоду размеры движения $n^{\text{сг}}$ в отдельности по категориям передвижений, которые связаны суточными размерами движения $n_{\text{сут}}$ зависимостью

$$n^{\text{сг}} = \frac{n_{\text{сут}} K_{\text{нер}} T_p}{24}.$$

В этих случаях проверяется условие $T_{\text{загр}} < T_p$.

Аналитический расчет суммарной загрузки типичных пересечений.

В простейшем пересечении типа I (см. рис. 15.4, а), когда все маршруты взаимно враждебны (число таких маршрутов будет не более трех) и параллельные маршруты отсутствуют, загрузка пересечений определяется для расчетного периода по формуле:

$$T_{\text{загр}} = \sum n_i t_i,$$

где $\sum n_i t_i$ — загрузка стрелочных переводов в течение расчетного периода, определяемая как сумма произведений числа передвижений разного вида по каждому маршруту на продолжительность занятия стрелочного перевода или горловины одним передвижением.

В пересечениях типов II и III не все маршруты взаимно враждебны, поэтому при расчете загрузки необходимо учитывать возмож-

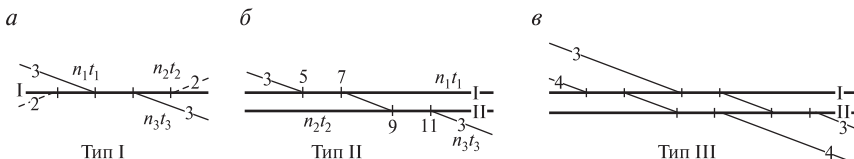


Рис. 15.4. Типы пересечений в горловинах

ность совпадения передвижений на параллельных маршрутах. Метод определения продолжительности этих совпадений для пересечений типов II и III и других с наличием параллельных маршрутов может быть установлен на основе анализа загрузки пересечения типа II. В этом типе пересечений (см. рис. 15.4, б) маршруты движения по путям I и II с числом поездов на них в расчетный период интенсивного движения n_1 и n_2 пересекаются с маршрутом передвижений в количестве n_3 по пути 3. При расчете загрузки этого пересечения надо загрузку стрелок 5, 7 и 9, 11 определять совместно, учитывая возможность совпадения (во времени) передвижений по путям I и II на параллельных маршрутах. К загрузке стрелок 5, 7, равной $n_1 t_1 + n_3 t_3$, надо добавить загрузку стрелок 9, 11 от передвижений по пути II, но принимать не полностью загрузку $n_2 t_2$, а уменьшать ее на время $T_{\text{сов}}$, в течение которого передвижения по путям I и II совпадают:

$$T_{\text{затр}} = n_1 t_1 + (n_2 t_2 - T_{\text{сов}}) + n_3 t_3. \quad (15.22)$$

Значение $T_{\text{сов}}$ может быть определено с помощью теоремы умножения вероятностей. Для горловины станции, имеющей параллельные маршруты, передвижения по этим маршрутам в общем случае можно считать независимыми, за исключением горловины тупиковых пассажирских станций с интенсивным движением пригородных поездов, по которым параллельность маршрутов приема и отправления поездов закладывается в графике движения поездов. В данном случае, рассматривая передвижения 1 и 2 как независимые события A и B , можем определить вероятность появления этих событий в течение расчетного периода T_p :

$$P(A) = \frac{n_1 t_1}{T_p}; \quad P(B) = \frac{n_2 t_2}{T_p}. \quad (15.23)$$

Применив теорему умножения вероятностей, определим вероятность совпадения передвижений по путям I и II в течение расчетного периода T_p :

$$P(AB) = P(A)P(B). \quad (15.24)$$

Тогда, продолжительность совпадения передвижений в течение периода T_p составит:

$$T_{1-2}^{\text{сов}} = \frac{n_1 t_1 n_2 t_2}{T_p^2}.$$

Обозначив отношение $\frac{n_1 t_1}{T_p^2}$ через q_2 , получим удобное для дальнейших расчетов выражение

$$T_{1-2}^{\text{сов}} = n_2 t_2 q_2.$$

$$\text{Следовательно } T_{\text{затр}} = n_1 t_1 (1 - q_2) + n_2 t_2 + n_3 t_3.$$

Таким образом, при пересечении какого-либо маршрута с двумя параллельными маршрутами загрузка от передвижений на одном из параллельных маршрутов учитывается не полностью. Величина уменьшения зависит от того, какую долю от суток составляет загрузка от передвижений на первом параллельном маршруте (первым можно считать любой из маршрутов).

Общий аналитический расчет суммарной загрузки горловины. Загрузку горловины любой сложности в течение расчетного периода (или суток) можно определить аналитически, применив изложенный выше метод учета совпадения операций на параллельных маршрутах.

Для удобства и систематизации расчетов можно составить таблицу с перечислением всех маршрутов рассматриваемой горловины вначале по приему и отправлению поездов, затем маневровых. Пример такой таблицы маршрутов для схемы горловины (см. рис. 15.5) и расчета загрузки для периода $T_p = 100$ мин дан в табл. 15.10.

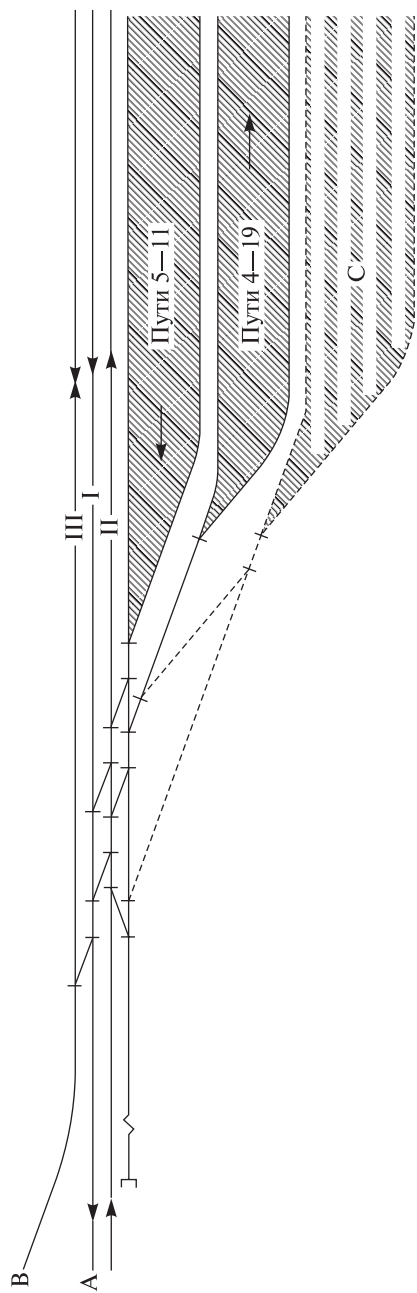


Рис. 15.5. Схема горловины (пример для расчета)

Таблица маршрутов для расчета загрузки горловины

Номер маршрута	Маршрут	n_i	t_i	Номер маршрута	1	2	3	4	5	6	7	8	9	$\sum a_{пред,i}^{уч}$	с	$1 - c \sum q_{пр}^{уч}$	$T_i^{уч}$
				$\begin{matrix} q_i^{уч} \\ n t_i \end{matrix}$	0,1	0,42	0,02			0,02	0,17						
1	из А на путь II	2	5	10	×									—			10,0
2	из А на пути 12—19	7	6	42	—	×								—			42,0
3	из В на путь III	1	5	5	п	п	×							0,52	1,0	0,48	2,4
4	из В на пути 12—19	2	6	12	—	—	—	×						—	—	—	12
5	на А с пути III	1	4	4	п	п	—	—	×					0,52	1,0	0,48	2,1
6	на А с пути I	1	4	4	п	п	п	—	—	×				0,54	1,0	0,46	1,8
7	на А с путей 5—11	6	5	30	—	п	п	—	—	—	×			0,44	1,0	0,56	16,8
8	на В с пути III	1	4	4	п	п	—	—	—	п	п	×		0,71	1,0	0,29	1,2
9	на В с путей 5—11	2	5	10	—	п	—	—	—	—	—	—	×	0,42	1,0	0,58	5,8

$\sum T_i^{уч} = 94,1$

В табл. 15.10 для каждого маршрута отмечаются значком и все предшествующие маршруты, которым данный маршрут параллелен. Затем определяются учетная загрузка $T_i^{yч}$ от передвижений на каждом маршруте и отношение $q_i^{yч}$ этой загрузки к расчетному периоду. При неравномерном движении расчет загрузки должен вестись не на сутки, а на период интенсивного движения T_p и размеры движения n , соответствующие этому периоду. Если данному маршруту нет параллельных маршрутов среди предшествующих, то:

$$T_i^{yч} = n_i t_i; \quad q_i^{yч} = \frac{n_i t_i}{T_p}. \quad (15.25)$$

При наличии параллельных маршрутов среди предшествующих учетная загрузка от передвижений на данном маршруте:

$$T_i^{yч} = n_i t_i \left(1 - c \sum q_{пред.i}^{yч} \right); \quad q_i^{yч} = \frac{T_i^{yч}}{T_p}, \quad (15.26)$$

где $\sum q_{пред.i}^{yч}$ — сумма $q_i^{yч}$ предшествующих в таблице параллельных маршрутов; c — коэффициент, вводимый к $\sum q_{пред.i}^{yч}$. Если данный маршрут маневровый, среднее значение c может приниматься равным 1,5, если значение $q_{пред.i}^{yч}$ не превышает 0,5, а при значении $q_{пред.i}^{yч}$ 0,6 и 0,7 — соответственно 1,3 и 1,2 (если данный маршрут поездной $c = 1$).

Суммарная загрузка горловины равна сумме учетных нагрузок от каждого маршрута:

$$T_{нагр} = \sum_{i=1}^{\partial} T_i^{yч} = \sum_{i=1}^{\partial} \left[n_i t_i \left(1 - c \sum q_{пред.i}^{yч} \right) \right], \quad (15.27)$$

где ∂ — общее число маршрутов в горловине (кроме тех маршрутов, которые параллельны всем другим маршрутам горловины, а также, и передвижений на изолированном подъездном пути).

15.7. Графический способ проверки достаточности числа путей и пропускной способности горловин

Графическим способом проверяют достаточность путевого разветвления станции на заданные размеры движения (при заданном или специально построенном графике движения поездов). Этот способ применяют при резкой неравномерности следования поездов, наличии периодов интенсивного движения поездов с минимальными

интервалами и сложной конструкции горловин с параллельными маршрутами. Сущность его заключается в построении графика работы станции, увязанного с графиком движения поездов на прилегающих перегонах. Для проверки обычно берется период интенсивной работы станции продолжительностью 4—6 ч, а в некоторых сложных случаях расчет ведется на целые сутки. Проверке подлежат пути приема и отправления грузовых и пассажирских поездов, горловины, вытяжные и ходовые пути.

Порядок выполнения графического расчета (см. рис. 15.6) показан на примере участковой станции двухпутной линии, на которой транзитные поезда пропускают без смены локомотивов, а также расформировывают и формируют участковые и сборные поезда. При пропуске групповых участковых поездов производят прицепку и отцепку групп вагонов.

На чертеже графического расчета сверху и внизу размещаются графики прибытия и отправления поездов на прилегающих перегонах. На рис. 15.6 показан график для первых четырех часов суток, поэтому в расчет не вошли пассажирские поезда, оканчивающие свое следование на данной станции. Горизонтальными линиями обозначают отдельные элементы станции, и на них показывают в принятом масштабе времени условными значками занятие элементов теми или иными операциями. Стрелочные переводы, которые работают одновременно и не могут входить в разные маршруты, объединяют в группу, и для них выделяется одна отдельная горизонтальная линия.

Продолжительность операций с поездами на приемо-отправочных путях и время на расформирование участковых и сборных поездов принимают в соответствии с нормами по технологическому процессу. Продолжительность занятия отдельных элементов принимаемыми и отправляемыми поездами и маневровыми передвижениями рассчитывается по формулам, приведенным в п. 15.3 настоящей главы. На графике вначале изображается последовательно занятие всех элементов, участвующих в выполнении операций по пропуску пассажирских и транзитных грузовых поездов. Затем последовательно показывается занятие элементов участковыми, сборными поездами и другими внутростанционными передвижениями.

В результате построения графика загрузка рассчитываемых элементов станции определяется путем сложения времени занятия по горизонтали каждой линии. Это время показывается в минутах спра-

Проанализировав данный графический расчет, можно сделать вывод, что на станции необходимо иметь три приемо-отправочных пути в каждом направлении для грузового движения, один ходовой путь для уборки и подачи поездных локомотивов, два вытяжных пути для расформирования и формирования поездов. Стрелочные переводы имеют допустимую загрузку. Таким образом, путевое развитие рассчитываемой станции является достаточным для заданных размеров движения.

Контрольные вопросы

1. Какие данные необходимы для расчета путевого развития станций и как их определяют?
2. Какие основные методы используются для расчета числа путей в парках, пропускной способности станции и отдельных ее элементов?
3. Какие аналитические методы расчета числа приемо-отправочных путей используются в настоящее время?
4. В чем заключается суть определения путевого развития приемо-отправочных парков станции по интервалу прибытия?
5. В каких случаях расчет числа путей может выполняться по суммарной загрузке в расчетный период интенсивного (сгущенного) движения поездов и в чем суть этого метода?
6. В чем заключается суть определения путевого развития приемоотправочных парков станции по номограммам?
7. Как определяется число ходовых путей на участковой станции?
8. Как определяется число сортировочных путей на участковой станции?
9. Как определяется число вытяжных путей в районе подформирования участковой станции?
10. В чем заключается аналитический расчет пропускной способности приемо-отправочных путей участковой станции?
11. Назовите принципы расчета загрузки горловин и задержек подвижного состава на пересечениях маршрутов.
12. Опишите порядок графического способа проверки достаточности числа путей и пропускной способности горловин станции.

Глава 16. ПРОЕКТИРОВАНИЕ УЧАСТКОВЫХ СТАНЦИЙ

16.1. Технические условия проектирования участковых станций

Проекты новых участковых станций составляются на плане местности в горизонталях в масштабе 1:2000 (с показанием трассы главного пути). Проекты переустройства существующих — на геодезическом плане существующей станции, где, кроме путей со всеми их элементами, показываются все имеющиеся устройства станции (пассажирские, грузовые, локомотивного и вагонного хозяйств, технические и служебные здания, переезды, сигналы и др.). К плану прилагаются продольные профили главного пути и поперечные профили станции.

Кроме плана и профиля для проектирования должны быть заданы и другие исходные данные: размеры транзитного движения и местной работы на расчетный срок и перспективу, размещение предприятий, к которым необходимы подъездные пути, роль станции в системе тягового обслуживания и организации технического обслуживания и ремонта вагонов на линии.

Проектирование начинают с выбора типа станции и схемы размещения основных устройств с учетом местных условий, а затем выполняются расчеты устройств. Накладку плана путевого развития целесообразно начинать с определения положения главных путей и размещения пассажирских устройств, приемо-отправочных пассажирских путей и платформ, исходя из удобства обслуживания пассажиров. Особое внимание следует уделять плану главных путей, по которым могут проходить скоростные пассажирские поезда без остановки на данной станции. Эти пути не должны отклоняться на стрелочных переводах и иметь дополнительные искривления главных путей для размещения пассажирских платформ.

Проекты новых и переустраиваемых участковых станций разрабатываются комплексно, т.е. с размещением всех необходимых устройств, с учетом интересов города и обслуживания промышленных предприятий. При этом в проектах переустраиваемых станций надо стремиться к максимальному использованию существующих устройств.

Во всех проектах необходимо предусматривать возможность дальнейшего развития станции. Поэтому размещение капитальных сооружений и путепроводных развязок должно допускать возможность удлинения путей станции, увеличения числа путей в парках, развития локомотивного хозяйства, расширения грузового района, устройство на перспективу полной развязки подходов на узловой станции и т.д. Для перспективного развития станции и сооружения развязок резервируется необходимая территория.

Длина станционных площадок для проектируемых новых участковых станций принимается в соответствии с данными, приведенными в табл. 16.1.

Таблица 16.1

Значения минимальной длины станционной площадки участковых станций

Участковая станция на линии:	Минимальная длина, м, площадки станционной (для новой линии), при расположении приемо- отправочных путей		
	продольном	полупродольном	поперечном
однопутной и двухпутной	4000	2850	2400/2000
трехпутной	4600	3400	3000
четырепутной	4800	3650	3200

Примечания. 1. Длины станционных площадок указаны для линии III категории и выше, в знаменателе — для линий IV категории.

2. Длины станционных площадок даны без учета примыкания путей необщего пользования, при полезной длине приемо-отправочных путей 1050 м и без учета тангенсов вертикальных кривых, величины которых добавляются в зависимости от алгебраической разности крутизны сопрягаемых уклонов.

3. Если в проекте полезная длина путей предусматривается более (или менее) 1050 м, длину станционной площадки необходимо соответственно увеличить (или уменьшить): при поперечном и полупродольном типах раздельных пунктов на разность полезных длин (проектируемой и 1050 м), а при продольном типе — на удвоенную их разность.

На участковых станциях соединительные пути, а также пути для перестановки составов и подачи вагонов к складам проектируются с уклонами, соответствующими массе обращающихся по этим путям составов и силе тяги локомотивов, но не более 30 ‰.

На ходовых путях, предназначенных только для движения локомотивов, допускаются уклоны до 40 ‰. Длина элементов профиля соединительных и ходовых путей, путей поворотных треугольников, а также путей к тяговым подстанциям должна быть не менее 50 м. Пути на подходах к зданиям, погрузочно-выгрузочным фронтам и эстакадам следует проектировать так, чтобы расстояние от ворот здания, устройства или начала грузового фронта до начала вертикальной кривой в профиле было не менее наибольшей длины вагона (секции локомотива), подаваемого под погрузку, выгрузку или ремонт.

На внутренних соединительных и ходовых путях радиусы кривых должны быть не менее 200 м, в трудных условиях допускается уменьшение этих радиусов до 180 м. Пути в ремонтном локомотивном депо должны иметь прямые вставки перед воротами ремонтных стоек не менее длины локомотива, перед воротами вагонных депо не менее 25 м.

Примыкание к станции крупного промышленного района с большим вагонооборотом надо рассматривать как отдельный подход и применять соответствующую схему узловых участковой станции.

Каждый проект участковой станции должен отвечать ряду общих требований независимо от типа станции и характера ее развития (см. п. 7.1). Соблюдение этих требований гарантирует высокое качество и экономичность проектов железнодорожных станций и обеспечит их эффективную эксплуатацию.

В значительной мере выполнение этих требований зависит от качества масштабного проектирования путевого развития станций. Правильная масштабная накладка путевого развития позволяет установить возможность реализации принципиальных решений на местности, а при невозможности этого — откорректировать схему станции или разработать новое решение. Масштабный план путевого развития служит основой для проектирования всего комплекса устройств и в значительной мере определяет общую стоимость сооружения станции и ее технико-эксплуатационные показатели.

Для обеспечения высокого качества масштабного проектирования путевого развития необходимо руководствоваться следующими общими требованиями:

- обоснованный выбор категорий станционных путей и типов стрелочных переводов;
- соблюдение норм взаимного расположения стрелочных переводов, предельных столбиков, светофоров, изолирующих стыков, опор контактной сети и т.д.;
- точное графическое изображение всех расстояний и углов поворота на стрелочных переводах и кривых, для чего необходимо применение инструментов и приемов проектирования, позволяющих свести к минимуму графические погрешности.

16.2. Требования к горловинам участковых станций

Стрелочные горловины парков являются наиболее ответственными элементами путевого развития участковых станций. От принятых схем горловин зависят капитальные и эксплуатационные расходы по станции, ее пропускная способность, величина задержек подвижного состава по враждебности маршрутов и условия безопасности при движении поездов и маневровой работе на станции. В результате многолетней практики проектирования, строительства и эксплуатации определились следующие основные требования, которым должны удовлетворять схемы горловин участковых станций:

1. Горловины должны быть компактными, иметь наименьшую длину.

2. Схемы горловин должны обеспечивать выполнение нескольких операций одновременно, для чего необходимо:

- маневровую работу по формированию и расформированию поездов отделить от маршрутов поездов и сменяемых локомотивов;
- парковые пути, на которых в горловине выполняется несколько массовых разнородных передвижений, секционировать, т.е. разбить на группы по два-три пути в каждой секции с укладкой соответствующих соединений для параллельных передвижений;
- обеспечить одновременный прием поездов на станцию со всех примыкающих направлений;
- не допускать (по возможности) пересечения маршрутов приема поездов сменяемыми локомотивами;

- обеспечить независимую смену поездных локомотивов в приемо-отправочных парках разных направлений, для чего следует проектировать два входа со станции на экипировочные устройства локомотивов;

- на станциях поперечного типа двухпутных линий в каждой из горловин обеспечить возможность одновременного приема и отправления грузовых поездов противоположных направлений;

- на станциях продольного типа однопутных линий в центральной горловине обеспечить одновременное отправление транзитных грузовых поездов противоположных направлений.

3. Конструкции горловин должны иметь некоторые обязательные маршруты:

- выход с длинных путей сортировочного парка на все примыкающие направления;

- прием поездов с неправильного пути в специализированный приемо-отправочный парк и отправление их со станции по неправильному пути;

- выход со всех приемо-отправочных путей для грузовых поездов на основные вытяжные пути, при этом на станциях поперечного типа — без использования главных путей.

4. Схемы горловин должны обеспечивать максимальную поточность основных передвижений на станции.

5. Конструкция стрелочных зон парков должна учитывать требования, предъявляемые к путевым схемам электрической централизации и устройствами электрификации.

6. Взаимное расположение стрелочных переводов в горловинах при соблюдении требований 1—5 должно быть таким, при котором обеспечиваются:

- наименьшая сумма углов поворотов поездов на маршрутах их приема и отправления;

- максимальная идентичность полезных длин приемо-отправочных путей;

- наименьшее число стрелочных переводов на главных путях;

- минимальная длина основных маневровых рейсов.

При соблюдении указанных выше условий горловины должны быть компактными и не иметь лишних съездов, усложняющих их конструкцию, и увеличивающих строительные и эксплуатационные расходы.

16.3. Схемы горловин участковых станций

В соответствии с требованиями, изложенными в 16.2 настоящей главы, рассмотрим примеры схем горловин типовых участковых станций.

На рис. 16.1 представлен вариант схем горловин участковой станции поперечного типа на однопутной линии.

В четной горловине (см. рис. 16.1, *а*) предусмотрено выполнение операций по приему и отправлению пассажирских поездов с путей 1, 2; прием грузовых поездов в приемо-отправочный парк (ПО) из «А»; подача и уборка локомотивов по ходовому пути 9 от нечетных поездов, прибывающих в ПО; отправление поездов из ПО на «А», подача составов из ПО на вытяжной путь M_1 (для расформирования) и сформированных составов с M_1 в ПО, маневровая работа по расформированию и формированию составов на вытяжном пути M_1 и в сортировочном парке (С); отправление поездов из парка С в нечетном направлении.

В данной горловине возможно выполнять одновременно прием грузовых или пассажирских поездов, подачу локомотивов по ходовому пути 9, уборку локомотивов из парка ПО в депо и маневровую работу на вытяжном пути M_1 .

Конструкция нечетной горловины (см. рис. 16.1, *б*) обеспечивает одновременное выполнение операций в следующих сочетаниях:

- прием или отправление пассажирских поездов с путей 1 и 2, подача или уборка поездных локомотивов из парка ПО и маневровая работа на вытяжном пути M_2 ;
- отправление грузовых поездов с путей 3—5, подача или уборка локомотивов из парка ПО в ЛХ и маневровая работа на вытяжном пути M_2 ;
- подача или уборка локомотивов с путей 6—8, прием нечетных поездов на пути 3—5 парка ПО и маневровая работа на пути M_2 .

На рис. 16.2 показан пример горловин участковой станции поперечного типа двухпутной линии. Во входной горловине этой станции (см. рис. 16.2, *а*) возможно параллельное выполнение следующих операций:

- прием и отправление пассажирских поездов; пропуск поездных локомотивов с путей 5—13 в тупик 17 или обратно; подача составов поездов с путей 4—16 на вытяжной путь M_1 или обратно;

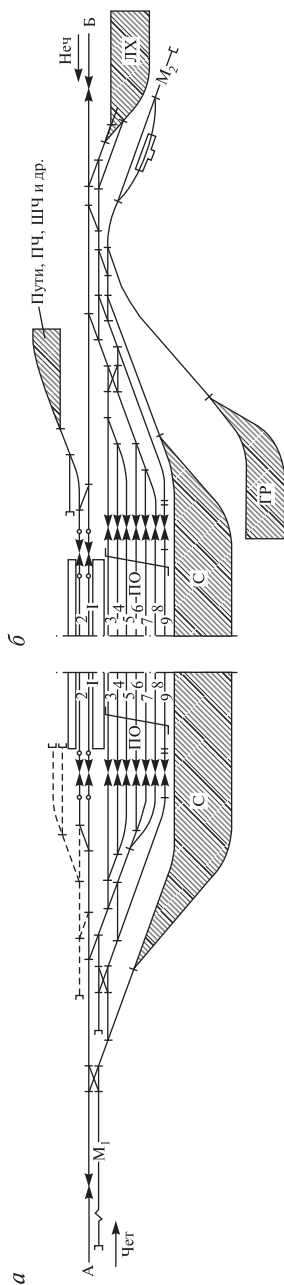


Рис. 16.1. Примеры горловин участковой станции поперечного типа однопутной линии: входная (*а*);

центральная (*б*);

ПО — прямо-отправочный парк; С — сортировочный парк; M_1 , M_2 — вытяжные пути соответственно четной и нечетной горловин; ГР — грузовой район; ЛХ — локомотивное хозяйство

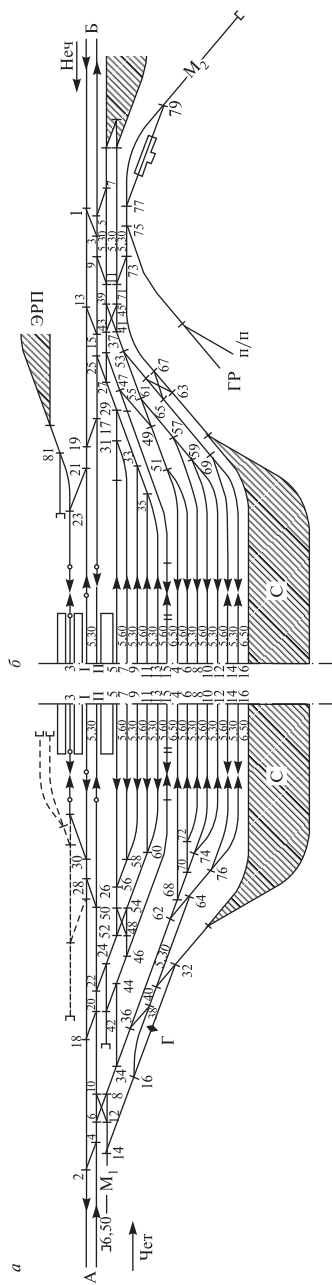


Рис. 16.2. Примеры горловин участковой станции поперечного типа на двухпутном участке: входная (*а*);

центральная (*б*);

Г — горка малой мощности; п/п — подземный путь предприятий; ЭРП — эксплуатационно-ремонтный пункт линейных участков (остальные обозначения — см. рис. 16.1)

- отправление грузовых поездов с путей 5—13 на «А»; прием грузовых поездов из «А» на пути 4—12; подача составов с путей 14—16 на вытяжной путь M_1 или обратно; подача поездного локомотива с ходового пути 15 в тупик 17 или обратно;

- прием четных и отправление нечетных пассажирских или грузовых поездов; пропуск поездных локомотивов в тупик 17 и обратно; маневровая работа на вытяжном пути M_1 и в сортировочном парке С.

В нечетной горловине (см. рис. 16.2, б) возможно одновременное выполнение следующих операций:

- прием и отправление пассажирских поездов; подача поездных локомотивов из ЛХ на ходовой путь 15 и уборка в ЛХ локомотивов с путей 4—12; маневровая работа на вытяжном пути M_2 и в сортировочном парке;

- прием нечетных грузовых поездов на пути 5—13; отправление четных грузовых поездов с путей 4—16; маневровая работа на вытяжном пути M_2 ;

- прием нечетных грузовых поездов на пути 5—13; пропуск поездного локомотива из депо на ходовой путь 15; уборка поездных локомотивов с путей 4—16; маневровая работа на вытяжном пути M_2 .

В обеих горловинах возможны и другие сочетания параллельных маршрутов. При анализе этих горловин необходимо уметь выделять точки пересечения поездных маршрутов. В четной горловине — это пересечения маршрутов приема четных пассажирских и отправления нечетных грузовых поездов, а в центральной горловине — маршрутов приема нечетных грузовых и отправления четных пассажирских поездов.

На рис. 16.3, а показан вариант схемы четной горловины участковой станции продольного (полупродольного) типа на двухпутной линии. Конструкция горловины обеспечивает одновременное отправление пассажирских или грузовых поездов на «А» по главному пути I, прием поездов из «А» и выполнение маневровой работы на вытяжном пути M_1 .

Пример схемы центральной горловины участковой станции продольного типа двухпутной линии показан на рис. 16.3, б. В этой схеме имеются два выхода из ЛХ на станционные пути. В случае небольшого числа конечных (участковых и сборных) поез-

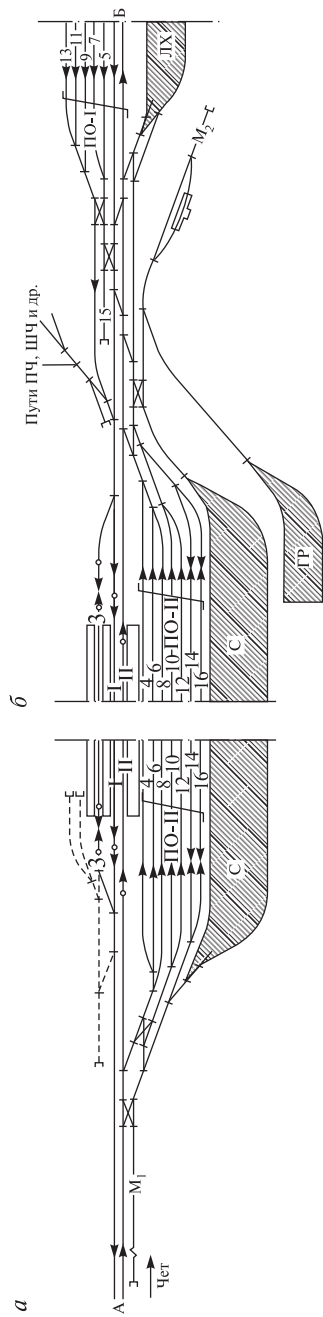


Рис. 16.3. Примеры входной (а) и центральной (б) горловин участковой станции продольного типа на двухпутном участке (условные обозначения — см. рис. 16.1)

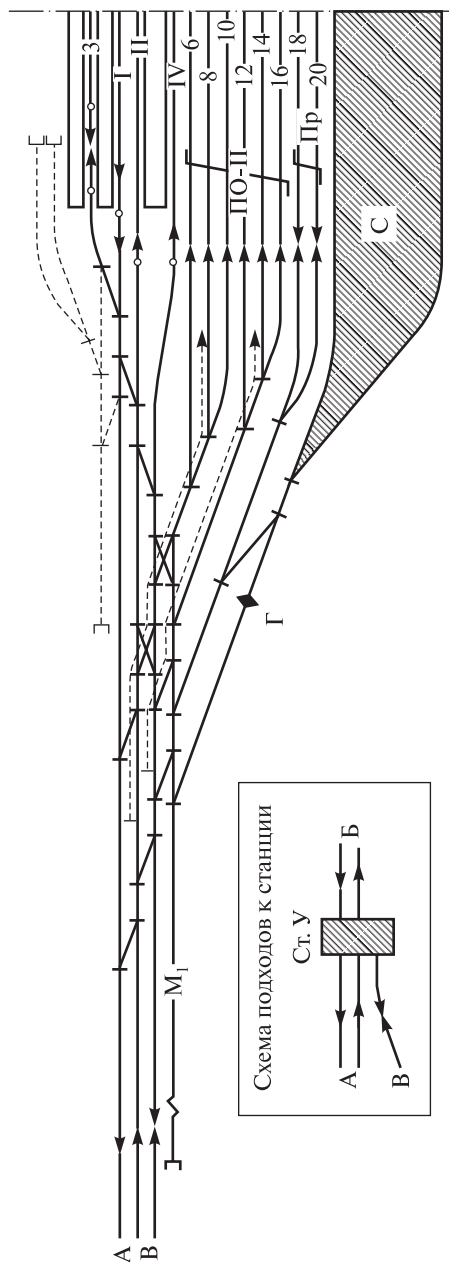


Рис. 16.4. Пример конструкции входной горловины узловой участковой станции продольного (полупродольного) типа:

Г — горка малой мощности; ПО-II — четный приемо-отправочный парк; С — сортировочный парк; М₁ — вытяжной путь; Пр — парк прибытия поездов в разборку и отправления поездов своего формирования

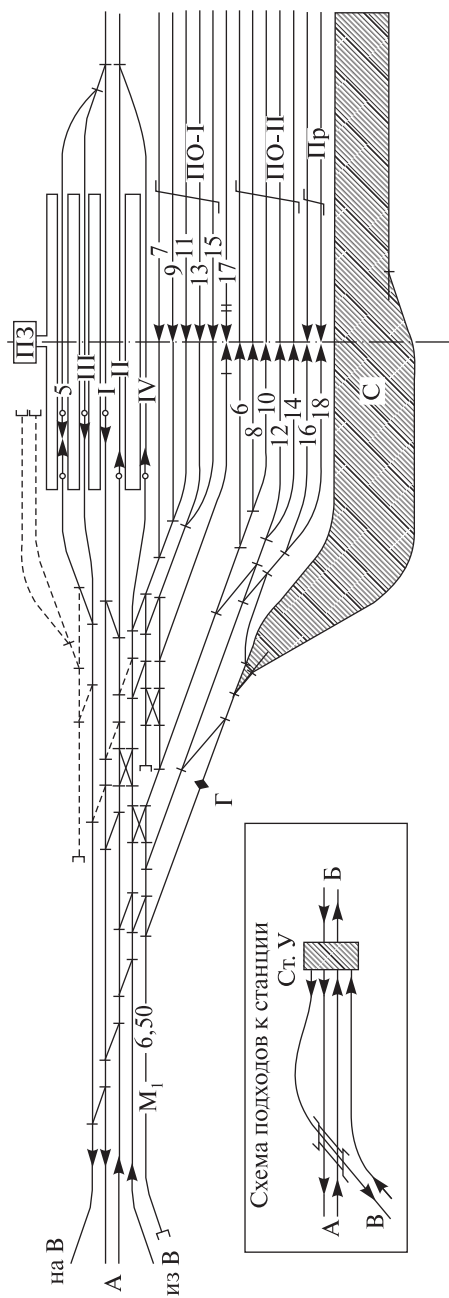


Рис. 16.5. Пример конструкции входной горловины узловой станции поперечного типа:
 ПЗ — пассажирское здание; ПО-I — нечетный приемо-отправочный парк
 (остальные обозначения — см. рис. 16.4)

дов можно ограничиться одним соединительным путем с ЛХ, что позволит упростить центральную горловину станции. Расположение приемо-отправочных путей по обе стороны от главных путей и их продольное смещение относительно друг друга накладывают особенности на конструкцию центральной горловины. В ней, наряду с соединительными путями в локомотивное хозяйство, предусматривается вытяжной путь M_2 для маневровой работы с местными вагонами, а для подачи и уборки поездных локомотивов из парка ПО-I в ЛХ — локомотивный тупик 15 вместимостью не менее двух локомотивов. Конструкция горловины позволяет одновременно выполнять операции по приему пассажирских поездов на пути 3 и I, отправлению поездов с пути II и из парка ПО-II на «Б», подачу и уборку поездных локомотивов из ПО-II в ЛХ.

Особенностью входной горловины узловой участковой станции (см. рис. 16.4) является необходимость обеспечения одновременного приема поездов с обоих примыкающих к станции направлений «А» и «В». С этой целью пути приемо-отправочного парка секционируют по линиям примыкания, т.е. пути 6, 8, 10 объединены для приема поездов из «А», а пути 12, 14, 16 — для приема поездов из «В».

В горловине узловой участковой станции, показанной на рис. 16.5, возможен параллельный прием с обоих примыкающих направлений и отправление пассажирских поездов на «В», а грузовых — из парка ПО-I на «А». Для возможности одновременного отправления грузовых поездов из ПО-I на «А» и «В» необходимо уложить дополнительные съезды, показанные штриховыми линиями.

16.4. Примыкания путей необщего пользования к участковым станциям

При проектировании участковых станций следует обратить внимание на особенности, связанные с примыканием к станции путей необщего пользования. В районе участковых станций часто размещаются различные предприятия и склады, имеющие свои подъездные пути. На рис. 16.6 показаны возможные варианты примыкания предприятий к участковой станции полупродольного типа. Выбор варианта примыкания во многом зависит от расположения площадки рассматриваемого предприятия по отношению к станции, а также от размеров пассажирского и грузового движения на данной станции и вагонооборота предприятия.

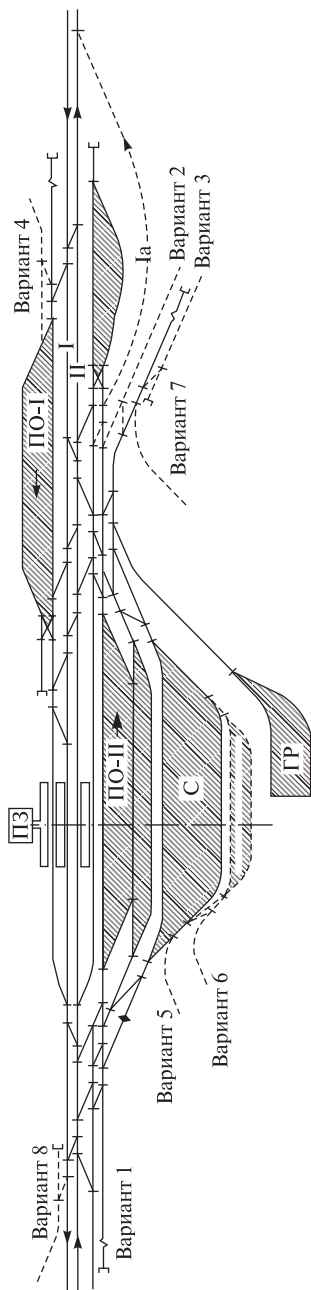


Рис. 16.6. Варианты примыкания к участковой станции путей необщего пользования

Если предприятие грузит или принимает отправительские маршруты (полновесные или частями), то его подъездной путь должен иметь непосредственный выход на приемо-отправочные пути станции, причем прием поездов с предприятия и отправление их на предприятие не должны мешать пропуску пассажирских и грузовых поездов и маневровой работе по расформированию и формированию составов. Этому условию могут удовлетворять варианты примыканий 1, 2 и 4, представленные на рис. 16.6. Если на станции имеется группировочный парк, необходимо предусматривать выход из этого парка на пути необщего пользования для передаточных поездов.

Пути необщего пользования, на которые поступают вагоны из сортировочного парка, а также пути с небольшой погрузкой-выгрузкой должны примыкать, по возможности, к сортировочному парку и иметь выход со всех путей сортировочного парка или части путей (вариант 5). Если пути необщего пользования обслуживаются локомотивом предприятия, то параллельно сортировочному парку станции или последовательно ему укладываются небольшие передаточные парки с короткими путями (вариант 6). На предприятии с небольшим вагонооборотом подача вагонов может производиться через вытяжной путь (варианты 3 или 7) или через парк (вариант 4). Примыкание путей необщего пользования по варианту 8 с пересечением главных путей нежелательно, особенно на двухпутных линиях.

Примыкание к станции промышленного района с большим вагонооборотом надо рассматривать как отдельный подход и применять соответствующую схему узловой участковой станции.

16.5. Переустройство участковых станций, его причины и особенности проектных решений

В настоящее время многие участковые станции имеют самые разнообразные схемы в силу исторически складывавшихся условий их создания, уровня техники и технологии работы транспорта в период их строительства, степени экономического развития тяготеющих к ним районов, а также характера и объема задач, выполняемых этими станциями.

Характерным для участковых станций является отсутствие современных сортировочных устройств для переработки вагонов, не-

достаточная вместимость путей в приемо-отправочных и сортировочных парках, особенно на линиях с интенсивным движением поездов, нерациональное размещение устройств локомотивного хозяйства и грузового района. Отрицательное влияние на технологию работы участковых станций оказывает бессистемное примыкание путей необщего пользования. Зачастую эти примыкания осуществлялись со стороны существовавших грузовых районов, располагавшихся с противоположной стороны приемо-отправочных путей. Это вызывает значительные враждебные пересечения главных путей при маневровом обслуживании путей необщего пользования.

Около 80 % существующих участковых станций построено по схеме поперечного типа без надлежащих развязок на подходах и в горловинах, с путевым развитием, не соответствующим требуемым размерам движения и не отвечающим возможностям электрической и тепловозной тяги по повышению массы поездов.

Значительная часть существующих станций имеет схемы с низкими эксплуатационными качествами, не отвечающими современной технологии работы. К таким станциям относятся: станции полупродольного типа с транзитными парками, смещенными по направлению движения, и локомотивным хозяйством во второй четверти, получившие распространение на зарубежных железных дорогах и в России в то время, когда поезда обслуживались поездными бригадами и все вопросы по движению поездов решались станционными работниками через главного кондуктора; станции продольного типа с расположением транзитных парков по одну сторону от главных путей навстречу друг другу; станции с островным расположением пассажирского здания; станции с размещением локомотивного хозяйства со стороны пассажирского здания и др.

Указанные особенности схем существующих участковых станций определяют свою технологию работы, как правило, не соответствующую типовой. Это зачастую вызывает необходимость принятия реконструктивных мер, предусматривающих переход к типовым схемам станций.

Реконструкция существующей схемы участковой станции по типовой схеме, наряду с повышением ее пропускной и перерабатывающей способности, обеспечивает также возможность применения оптимального технологического процесса ее работы.

Основными мерами по повышению пропускной и перерабатывающей способности участковых станций является укладка допол-

нительных путей и сооружение более мощных сортировочных устройств. Выполнение этих работ должно совмещаться с приведением существующей участковой станции к типовой схеме.

При реконструкции станции, связанной с электрификацией подходов, возникают дополнительные проблемы. Пути и особенно горловины станций, оборудованные контактной сетью, переустанавливать сложно, поэтому, прежде всего, следует установить, какие из станционных путей подлежат оборудованию контактной сетью. Как правило, электрифицируются приемо-отправочные пути, пути парков приема и транзитных на всем протяжении станции, ходовые для пропуска электропоездов, все съезды, по которым предусматривается пропуск поездов с электропоездами, а также съезды между электрифицируемыми путями и сортировочно-отправочные пути на протяжении 100—150 м от выходных сигналов.

Помимо рабочих участков контактной сети над станционными путями необходимо устраивать также анкерные участки, протяженность каждого из которых составляет 70—250 м (в зависимости от числа электрифицируемых путей).

Если с части крайних путей сортировочного парка предусматривается отправление поездов в сторону горки, то головные участки этих путей также должны быть оборудованы контактной сетью (когда поезда отправляются с них на электрифицированную линию). В случае отправления поездов с таких путей в обе стороны их целесообразно электрифицировать на всем протяжении.

Для размещения опор контактной сети на станциях приходится проектировать передвижку части путей, а иногда и разборку отдельных путей с укладкой взамен их новых. Соответственно перекладываются и стрелочные горловины.

Реконструкция крупных станций в общем комплексе задач повышения технической оснащенности железнодорожного транспорта занимает значительное место.

Одной из особенностей строительных работ по развитию железнодорожных станций является необходимость выполнения их в условиях эксплуатационной работы. Это обстоятельство существенно отличает работы по реконструкции действующих станций от строительства станций на новых железных дорогах. При новом строительстве станциям легче придать наиболее рациональные схемы; перспектива развития хорошо увязывается с работами первой

и последующих очередей развития. Как правило, при этом отсутствуют бросовые работы; организация строительных работ наиболее эффективна.

Строительные работы при переустройстве станций выполняются в более сложных условиях, так как в большинстве случаев приходится менять существующее путевое развитие (перекладывать пути и горловины), устанавливать опоры контактной сети при электрификации железных дорог и т.п. В этих условиях необходима особая организация строительства с применением соответствующих строительных машин и механизмов, минимально нарушающих нормальную эксплуатационную работу станции. Для этого на основании изучения железнодорожной станции, как объекта переустройства, необходимо установить ее типичные признаки, важные с точки зрения организации строительных работ, сформулировать основные положения по рациональной очередности и этапности производства работ, выявить степень однородности конструктивных и технологических решений станционных объектов и зон их размещения; сформировать основные требования к решениям, связанным с эффективным функционированием строительного производства.

Другой особенностью развития станций является большая строительная стоимость. В связи со значительным объемом строительных работ и необходимостью постепенного наращивания мощностей, в целях более эффективного использования капитальных вложений, развитие станций до проектной мощности осуществляется постепенно и складывается из отдельных очередей и этапов развития. Наконец, третьей особенностью строительства при развитии станций является срочность производства работ, требующаяся в целях максимального сокращения ущерба для текущей эксплуатационной работы.

Размеры работы станции не постоянны, а меняются в соответствии с изменением грузооборота. И чем быстрее темп роста потребной перерабатывающей способности станции, тем быстрее должен быть и темп развития производственных мощностей.

В общем виде возможны три случая:

$$P_{\text{разв}} = P_{\text{гр}}; P_{\text{разв}} < P_{\text{гр}}; P_{\text{разв}} > P_{\text{гр}},$$

где $P_{\text{разв}}$ — темп развития станции; $P_{\text{гр}}$ — темп роста потребной перерабатывающей способности.

В первом случае, для того чтобы станция справлялась с работой, она должна непрерывно развиваться, так как для ее нормальной работы отсутствует необходимый резерв перерабатывающей способности. Во втором случае, вследствие медленных темпов развития станции, она не может справиться с возложенной на нее работой, и требуется принятие ряда экстренных мер. В третьем случае быстрый темп развития станции создает резерв ее производственной мощности, позволяющий определенное время работать без переустройства.

Взаимосвязь между темпом роста потребной производственной мощности станции и темпом ее развития позволяет установить обоснованные сроки строительства и обеспечить эффективное использование инвестиций.

Строительство крупных и сложных объектов ведется в определенной последовательности, причем работы каждой очереди выполняются за срок не более трех-четырех лет. Каждая очередь представляет законченный комплекс, дающий определенный эксплуатационный эффект, т.е. увеличение пропускной и перерабатывающей способностей станции.

Очередность освоения потребной пропускной и перерабатывающей способности станции можно представить в виде графика (см. рис. 16.7), где линией 1 показано наращивание потребной перерабатывающей способности станции, наклонными линиями 2 — сроки строительства каждой очереди развития, горизонтальной линией 3 — перерабатывающая способность существующих устройств станции, горизонтальными линиями 4 — время эксплуатации станции без ее реконструкции, а N — количество перерабатываемых вагонов. Аналогично можно рассчитать и построить график очередности переустройства станции по достижении потребной пропускной способности.

Каждую очередь строительства целесообразно разделить на этапы переустройства, с тем, чтобы за более короткий срок строительства достигнуть повышения пропускной способности станции. Этапность выполнения работ определяется планом строительства, в котором также устанавливаются календарные сроки отдельных работ и потребность в механизмах, материалах и рабочих кадрах.

На рис. 16.8 показан вариант переустройства участковой станции. В рассматриваемом примере к первой очереди работ отнесена укладка дополнительных путей 9, 11, 13. Эту очередь работ возмож-

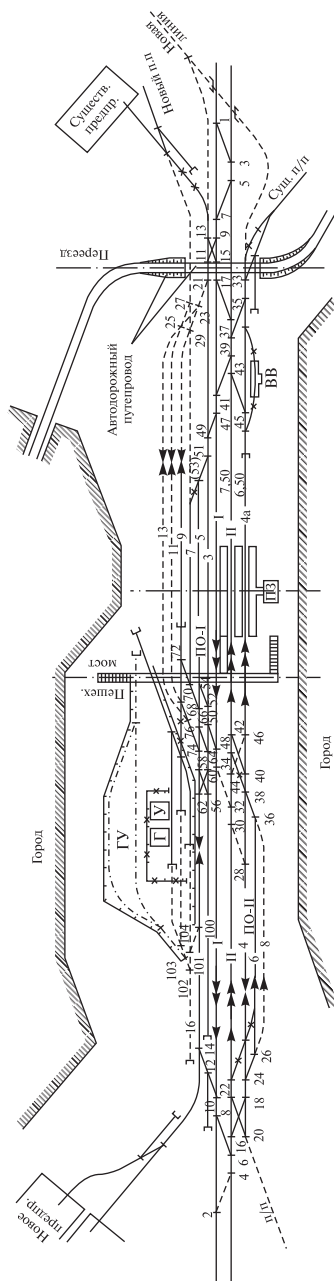


Рис. 16.8. Схема этапного переустройства участковой станции: ГУ — грузовые устройства; ВВ — вагонные весы; ПЗ — пассажирское здание; п/п — подъездные пути предприятий; ПО-I, ПО-II — нечетный и четный приемо-отправочные парк соответственно

но осуществить в два этапа. На первом этапе укладываются эти пути на свободном месте. На этом же этапе сооружается путепроводная развязка подхода новой линии, а также дополнительный путь 8 в четном транзитном парке и пассажирский путь 4а — как подготовка к последующему этапу. Перед первым этапом производятся подготовительные работы. Поскольку существующий переезд в нечетной горловине не позволяет осуществить переустройство станции, вместо него сооружается автодорожный путепровод. В этот же период подготавливается земляное полотно под пути 8, 4а, 9, 11, 13, укладывается вытяжной путь 16 грузового района с подключением к его существующим тупиковым путям.

На втором этапе разбирается существующее примыкание грузового района к бывшей вытяжке 15. Укладываются съезды 56—58 и 60—62, стрелочные переводы 74, 76, 78 с подключением к ним путей 9, 11, 13. После этого пути вводятся в эксплуатацию и станция получает увеличение пропускной способности.

На третьем этапе укладываются стрелочные переводы 2—4, 24, 26, 28—30, 32—34, 36, 40—42, 44—46 и производится подключение новой линии с путепроводной развязкой к стрелочным переводам 13 и 23. Этим заканчивается переустройство станции, что позволяет ей работать по новой технологии, обеспечивающей повышение пропускной способности.

Контрольные вопросы

1. Назовите порядок проектирования участковых станций.
2. Назовите длины станционных площадок для проектируемых новых участковых станций.
3. Каким общим требованиям независимо от типа станции и характера ее развития должен отвечать проект участковой станции?
4. Назовите основные требования, предъявляемые к горловинам участковых станций.
5. Какие факторы определяют выбор варианта примыкания подъездного пути к участковой станции?
6. Назовите основные причины, вызывающие необходимость переустройства участковых станций.
7. Каковы особенности проектных решений при реконструкции участковых станций?
8. Какова последовательность реконструкции участковых станций?

Раздел IV

СОРТИРОВОЧНЫЕ СТАНЦИИ

Глава 17. НАЗНАЧЕНИЕ СОРТИРОВОЧНЫХ СТАНЦИЙ, ИХ КЛАССИФИКАЦИЯ И РАЗМЕЩЕНИЕ НА СЕТИ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ

17.1. Назначение сортировочных станций, выполняемые на них операции и основные устройства

Сортировочные станции предназначены главным образом для массовой переработки вагонопотоков, т.е. расформирования и формирования грузовых поездов в соответствии с действующим планом формирования поездов. На сортировочных станциях перерабатывают транзитные и местные вагонопотоки, формируют сквозные, участковые, сборные и участково-сборные поезда на примыкающие линии, а также вывозные и передаточные поезда до ближайших грузовых станций узла и промышленных станций, производят частичную переработку вагонов с изменением массы и длины составов, подборку (группировку) вагонов в составах передач на грузовые станции и пути необщего пользования, а также в составах сборных и других многогруппных поездов.

Формирование на сортировочных станциях сквозных поездов дает возможность пропускать эти поезда без переработки через участковые и некоторые попутные сортировочные станции, что ускоряет доставку грузов, оборот вагона и снижает себестоимость перевозок. Сортировочные станции являются главными опорными пунктами организации вагонопотоков на сети железных дорог. От успешной работы этих станций зависит ритмичность работы целых направлений и полигонов сети, а также выполнение заданных размеров перевозок и эксплуатационных показателей.

Кроме организации вагонопотоков, на сортировочных станциях производят: техническое обслуживание и коммерческий осмотр составов транзитных грузовых поездов и поездов своего формирования; отцепочный ремонт вагонов; техническое обслуживание, экипировку и ремонт локомотивов; смену локомотивов и локомотивных бригад; обслуживание путей необщего пользования. На ряде сортировочных станций организуют сортировку грузов и формирование сборных вагонов с контейнерами и мелкими отправками, техническое обслуживание рефрижераторного подвижного состава, снабжение водой поездов с живностью и др.

Для выполнения указанных выше операций на сортировочных станциях предусматривают парки приема поездов, поступающих в переработку, парки отправления сформированных поездов, а также отдельные пути или парки для приема, обработки и отправления транзитных поездов. Для выполнения сортировочной работы сооружают сортировочные парки, сортировочные горки и вытяжные пути. Комплекс устройств, включающий парк приема, сортировки и отправления совместно с сортировочной горкой и вытяжными путями формирования образует сортировочную систему (сортировочный комплект).

На сортировочных станциях также размещаются устройства локомотивного и вагонного хозяйств, эксплуатационно-ремонтные базы дистанций пути, электроснабжения и водоснабжения, материальные склады, технические и служебные здания, а при необходимости — сортировочные платформы для мелких отправок и площадки сортировки контейнеров, пункты подготовки вагонов к перевозкам, пункты технического обслуживания и экипировки рефрижераторных вагонов, устройства для снабжения водой вагонов с живностью.

Если сортировочные станции входят в состав железнодорожных узлов, имеющих отдельные пассажирские и грузовые станции, то на самих сортировочных станциях пассажирские и грузовые операции выполняются в небольших объемах. Для посадки и высадки пассажиров, в том числе работников станции в пригородные и местные поезда, устраивают пассажирские остановочные пункты на главных путях. Местные погрузочно-выгрузочные операции выполняют главным образом на отдельных путях локомотивного и вагонного хозяйств и материальных складов. Однако небольшие

сортировочные станции могут иметь пассажирские устройства примерно в таком же объеме, как на участковых станциях.

Сортировочные станции оборудуют устройствами электрической централизации стрелок и сигналов, механизированной очистки стрелок, механизированными устройствами автоматического или полуавтоматического действия для закрепления подвижного состава, средствами для осмотра вагонов в техническом и коммерческом отношениях (промышленные телевизионные установки, электронные габаритные ворота, электронные весы), устройствами для опробования автотормозов, транспортировки вагонных деталей, для ограждения составов на путях технического осмотра и безотцепочного ремонта вагонов, современными средствами связи, автоматизированной системой управления технологическим процессом станции, в рамках которой решаются задачи планирования поездообразования, обработки информации о поездах, подсчета показателей работы и др.

17.2. Классификация сортировочных станций

Сортировочные станции классифицируются по ряду признаков.

По *ведомственной принадлежности* сортировочные станции подразделяются на станции сети железных дорог общего пользования, промышленные, размещаемые на железнодорожных путях необщего пользования, и объединенные.

На *станциях железных дорог сети общего пользования* осуществляют переработку и перераспределение в узлах в основном транзитных вагонопотоков по различным направлениям и полигонам сети.

Промышленные сортировочные станции сооружают в промышленных узлах для расформирования поездов, поступающих с сети железных дорог общего пользования, формирования передач по отдельным предприятиям или районам промышленного узла, приема передач из промышленного узла и формирования поездов до ближайших сортировочных станций сети железных дорог общего пользования.

Объединенные станции сочетают в себе функции сортировочных станций сети железных дорог общего пользования и промышленных.

В зависимости от *значения в работе сети железных дорог общего пользования* сортировочные станции делят на основные стан-

ции сетевого значения и региональные. *Основные станции* обычно располагают в узлах, где пересекаются важнейшие магистральные линии, и служат они главным образом для формирования сквозных поездов дальних назначений. На этих станциях в одной сортировочной системе перерабатывается 3—5 тыс. вагонов в сутки, а на отдельных станциях до 6,5—7,5 тыс. вагонов в сутки и более. *Региональные сортировочные станции* перерабатывают вагонопотоки, зарождающиеся или погашаемые в узлах и на участках между этими и смежными с ними сортировочными станциями. На них формируют в основном участковые, сборные, передаточные и вывозные поезда и в некоторых случаях — сквозные поезда.

По *мощности основных устройств* (производительности), определяемой размерами переработки вагонов в среднем в сутки десятого года эксплуатации, различают станции: *повышенной* — более 5500 вагонов, *большой* — от 3500 до 5500 вагонов, *средней* — от 1500 до 3500 вагонов и *малой мощности* — до 1500 вагонов.

По *числу сортировочных систем* (комплектов) станции могут быть односторонними и двусторонними. На *односторонних станциях* вагоны четного и нечетного направлений перерабатываются в одной сортировочной системе, а на *двусторонних* — для каждого направления имеется своя сортировочная система.

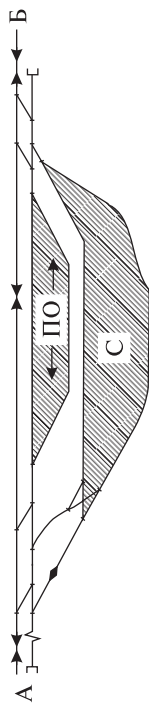
В зависимости от *схемы взаимного расположения парков* в сортировочной системе различают станции с последовательным, параллельным и комбинированным расположением парков.

Схема с комбинированным расположением парков может иметь последовательно расположенные парки приема и сортировки при параллельном расположении парков отправления или параллельное расположение парков приема и сортировки при последовательном размещении парка отправления за сортировочным парком. Схемы двусторонних станций могут иметь одну систему с последовательным расположением парков, а другую с параллельным или комбинированным расположением парков.

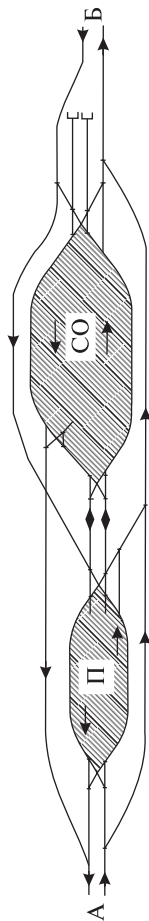
По числу *основных парков в сортировочной системе* различают двухпарковые, трехпарковые, четырехпарковые и многопарковые схемы.

Двухпарковые схемы с параллельным расположением приемоотправочного и сортировочного парков (см. рис. 17.1, а) характерны в основном для участковых и грузовых (в том числе портовых) станций на однопутных линиях.

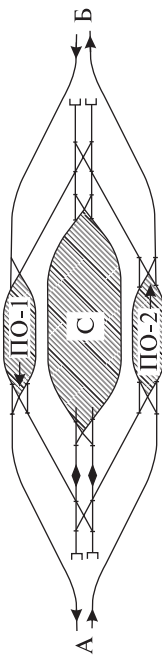
а



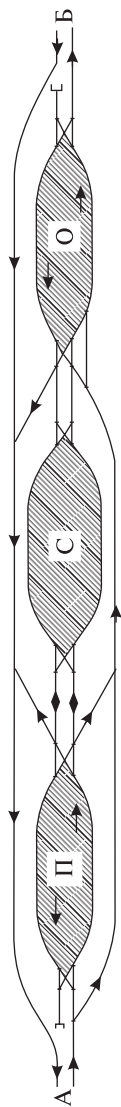
б



в



г



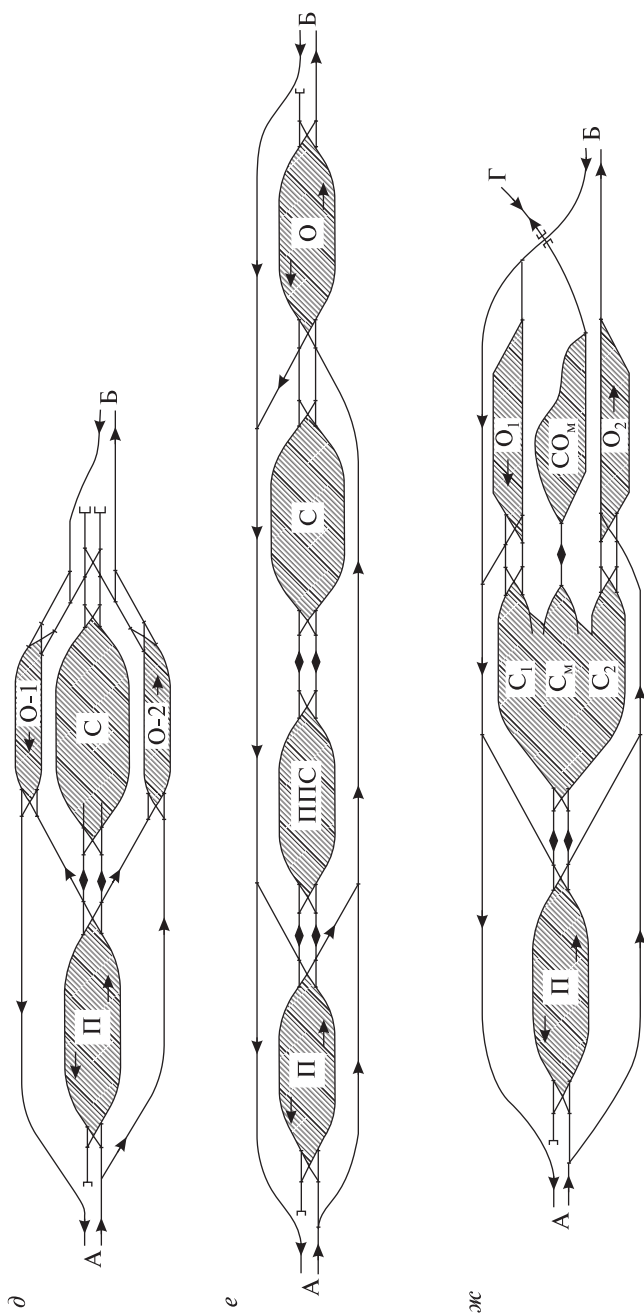


Рис. 17.1. Схемы сортировочных станций по числу парков в сортировочной системе: двухпарковые (а, б); трехпарковые (в, г); четырехпарковые (д, е); многопарковая (ж); парки:
 ПО — прямо-отправочный; С — сортировочный; П — приема; СО — сортировочно-отправочный; О — отправления; ППС — предварительной сортировки; С_м — сортировочный для местных вагонов; СО_м — сортировочно-отправочный местных вагонов

Классические двухпарковые сортировочные станции состоят из объединенного парка приема и расположенного последовательно с ним сортировочно-отправочного парка (см. рис. 17.1, б).

Трехпарковые схемы сортировочных станций могут быть с параллельным (см. рис. 17.1, в) и последовательным расположением парков (см. рис. 17.1, г).

К четырехпарковым схемам относятся типовая схема комбинированного типа (см. рис. 17.1, д) и схема повышенной производительности для параллельного роспуска составов (см. рис. 17.1, е).

Многопарковые схемы сортировочных систем образуются при выделении дополнительных технологических линий для детальной сортировки местных вагонопотоков (см. рис. 17.1, ж).

По **взаимному расположению главных путей и станционного путевого развития** сортировочные станции могут быть с объемлющим (Брянск, Юдино), односторонним (Санкт-Петербург-сортировочный-Московский, Свердловск-сортировочный, Батайск) и внутренним (Ховрино, Кочетовка) расположением главных путей.

Объемлющее расположение главных путей (см. рис. 17.2, а) обеспечивает изоляцию внутростанционных передвижений составов,

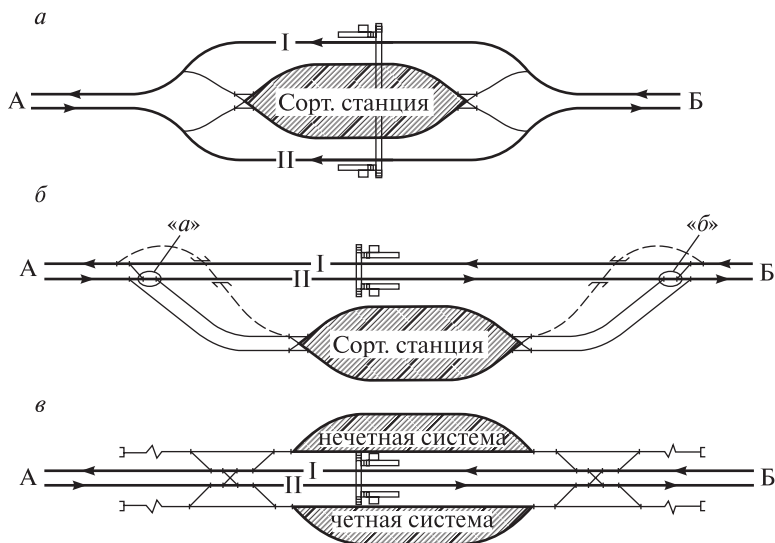


Рис. 17.2. Схемы расположения главных путей на сортировочных станциях: а — объемлющее; б — одностороннее; в — между сортировочными системами

вагонов и локомотивов от поездных передвижений по главным путям. Однако при этом затруднено обслуживание путей необщего пользования из-за необходимости пересекать главные пути. Кроме того, пассажирские остановочные пункты одного и другого направления значительно удалены друг от друга, что вызывает неудобства для пассажиров.

При *одностороннем расположении главных путей* (см. рис. 17.2, б) удобно и компактно размещаются пассажирские остановочные пункты, создаются благоприятные условия для обслуживания путей необщего пользования, примыкающих со стороны сортировочной станции. Вместе с тем возникают пересечения маршрутов пассажирских и грузовых поездов в точках «а» и «б», для устранения которых требуется сооружение путепроводных развязок на подходах к сортировочной станции.

Станции с *расположением главных путей между сортировочными системами* (см. рис. 17.2, в) обеспечивают удобства в обслуживании путей необщего пользования, однако при этом затруднена передача угловых передач и поездных локомотивов из одной системы в другую, что может вызывать большие задержки подвижного состава.

17.3. Размещение сортировочных станций на сети железных дорог

Сортировочные станции размещают в районах массовой погрузки и выгрузки грузов, на подходах к крупным промышленным центрам, вблизи морских и речных портов, а также в железнодорожных узлах со значительной корреспонденцией вагонопотоков между сходящимися линиями, где требуется переформирование большого числа поездов. Сортировочные станции размещены на сети железных дорог неравномерно. Это объясняется тем, что в зависимости от сложившегося расположения промышленных центров и крупных городов железнодорожная сеть в разных районах различается по густоте, характеру и размерам обращающихся вагонопотоков.

Размещение сортировочных станций определяется Генеральной схемой, учитывающей корреспонденцию грузопотоков и перспективы их развития, а также системой организации вагонопотоков.

В основу размещения и развития сортировочных станций на сети железных дорог положен принцип концентрации переработки вагонов на наиболее крупных станциях, оборудованных современ-

ными устройствами механизации и автоматизации сортировочного процесса.

При размещении сортировочных станций на сети железных дорог общего пользования работа каждой станции рассматривается не изолированно, а во взаимодействии с работой других сортировочных станций, с которыми она связана единым процессом организации вагонопотоков. Поэтому при выборе места расположения новых сортировочных станций учитываются возможности использования и развития существующих станций. Решение принимается в результате технико-экономического сравнения возможных конкurentоспособных вариантов.

Размещение сортировочных станций на перспективу должно обеспечивать соблюдение следующих основных принципов:

- создание условий для осуществления наиболее рациональной организации вагонопотоков;
- рациональное распределение сортировочной работы между крупными железнодорожными узлами;
- концентрация всей сортировочной работы в узлах по возможности на одной сортировочной станции; исключения возможны только там, где такая концентрация вызывает значительные дополнительные пробеги и общее увеличение простоя вагонов в узле, а также в узлах с большим количеством примыканий;
- обеспечение всех требований рациональной организации местной работы;
- создание максимальных эксплуатационных удобств, необходимых резервов мощности и маневренности сети железных дорог общего пользования;
- максимальное использование существующих сортировочных станций и устройств;
- минимальные затраты на реконструкцию существующих и сооружение новых сортировочных станций.

Реализация указанных принципов способствует концентрации сортировочной работы, позволяет уменьшить затраты на развитие сортировочных станций и их оборудование, наиболее эффективно использовать средства комплексной механизации и автоматизации, снизить число переработок вагонов в пути следования, уменьшить простой вагонов и эксплуатационные расходы.

Контрольные вопросы

1. Какие поезда формируют на сортировочных станциях?
2. Какие операции кроме сортировки вагонов производят на сортировочных станциях?
3. Что входит в понятие сортировочной системы (сортировочного комплекта)?
4. По каким признакам классифицируют сортировочные станции?
5. Как классифицируют сортировочные станции по ведомственной принадлежности и значению в работе сети железных дорог общего пользования?
6. Какими бывают сортировочные станции по мощности и числу сортировочных систем?
7. Как могут располагаться главные пути на сортировочных станциях по отношению к станционному путевому развитию?
8. Перечислите достоинства и недостатки объемлющего и одностороннего расположения главных путей на сортировочных станциях.
9. В каких местах размещают сортировочные станции на сети железных дорог?

Глава 18. СХЕМЫ СОРТИРОВОЧНЫХ СТАНЦИЙ

18.1. Требования к принципиальным схемам сортировочных станций и размещению устройств на них

Принципиальные схемы сортировочных станций наряду с основными требованиями к проектам железнодорожных станций и узлов, изложенными в главе 7 настоящего учебника, должны обеспечивать:

- поточность массовых передвижений поездов, вагонов и локомотивов в пределах станции в процессе переработки вагонопотока. Этому требованию отвечает последовательное размещение основных парков станции, вспомогательных сортировочных устройств и группировочных парков;
- наиболее полное соответствие структуре перерабатываемого вагонопотока, комплексное и сбалансированное развитие всех элементов станции, их полное взаимодействие в работе;
- наименьшее время нахождения вагонов и поездов под технологическими операциями, наименьшие пробеги составов, вагонов и локомотивов при минимальном числе пересечений маршрутов, в первую очередь поездных;
- удобное размещение устройств локомотивного и вагонного хозяйств, сортировочных платформ, эксплуатационно-ремонтных подразделений дистанций пути, электроснабжения и др. и благоприятные условия для кооперирования однородных устройств различных подразделений;
- взаимозаменяемость путей и парков, т.е. такое их расположение и такие конструкции стрелочных горловин, которые позволяли бы принимать поезда с любого направления в любой парк станции и отправлять поезда из любого парка на все направления;
- возможность отправления сформированных поездов непосредственно с путей сортировочного парка на сортировочных станциях местного значения как по направлению сортировки (через

хвостовую горловину парка), так и в противоположном направлении с путей крайнего пучка;

- прием поездов в чрезвычайных ситуациях на крайние пути сортировочного парка в обход горки;

- возможность приема, формирования, обработки и отправления длинносоставных поездов и поездов повышенной длины, в том числе соединенных;

- удобную передачу угловых вагонопотоков на двусторонних станциях из одной системы в другую. При этом желательно, чтобы вагоны могли подаваться для повторной сортировки в парк приема противоположной системы непосредственно с путей сортировочного парка;

- благоприятные условия для внедрения современной техники и рациональной технологии, возможность осуществления комплексной механизации и автоматизации работы сортировочных горок и сортировочных систем в целом;

- наименьшую себестоимость переработки вагонов;

- возможность дальнейшего развития всех элементов станции с минимальными объемами сноса существующих устройств, разборки путей и стрелочных переводов и минимальными помехами в эксплуатационной работе станции.

Нормативными документами по проектированию станций и узлов рекомендовано применение типовых схем сортировочных станций, полученных на основе обобщения многолетних научных исследований, опыта проектирования, строительства и эксплуатации этих станций. Однако множественность факторов, влияющих на структуру схем сортировочных станций, наличие многих ограничений по топографии местности и застройке прилегающей территории, разнообразие внешних условий функционирования, ограниченные потребности в строительстве новых станций определяют весьма редкую возможность использовать при проектировании реальной сортировочной станции типовой схемы станции целиком. Поэтому рассматриваемые ниже типовые схемы сортировочных станций следует рассматривать как эталон, к которому следует по возможности стремиться при проектировании реальной станции в конкретных условиях.

При выборе схем сортировочных станций следует принимать разные решения для станций, перерабатывающих в основном тран-

зитные вагонопотоки и станций, перерабатывающих значительные местные вагонопотоки, а также вагонопотоки с частичной переработкой и изменением массы и длины составов, на которых может оказаться целесообразным выделение специальных технологических линий.

18.2. Основные типовые схемы односторонних сортировочных станций

Для односторонних сортировочных станций, перерабатывающих преимущественно транзитные вагонопотоки, в качестве основных типовых рекомендуются две схемы с последовательным расположением объединенных парков приема, сортировки и отправления (см. рис. 18.1), отличающиеся расположением локомотивного и вагонного хозяйств, а также маршрутами приема в переработку четных поездов и пропуска поездных локомотивов.

Схема I, показанная на рис. 18.1, *а* применяется для сортировочных станций с горками средней и большой мощности.

В этой схеме нечетные перерабатываемые поезда из «Б» принимаются в верхнюю часть парка приема (П), а четные поезда из «А» — в нижнюю часть парка П. Поездные локомотивы уходят на экипировку от нечетных поездов по ходовому пути 11, а от четных поездов — через тупик по путям 16 и 11. После выполнения контрольно-технического и коммерческого осмотров к прибывшим составам подают горочный локомотив, с помощью которого надвигают составы на горку для сортировки вагонов по путям сортировочного парка. Верхнюю часть сортировочного парка специализируют для накопления составов нечетных поездов, а нижнюю часть парка — для составов четных поездов. После роспуска нескольких составов на путях сортировочного парка накапливаются составы определенных назначений, из которых формируют поезда маневровыми локомотивами, работающими на вытяжных путях.

Сформированные составы нечетных поездов переставляют на верхние пути парка отправления (О), а четных поездов — на нижние пути парка О. В парке отправления производится техническое обслуживание и коммерческий осмотр вагонов, полное опробование тормозов. Поездные локомотивы к составам нечетных поездов подаются по ходовому пути 13 через тупик 14, а к составам четных поездов — через нижнюю часть входной горловины парка О.

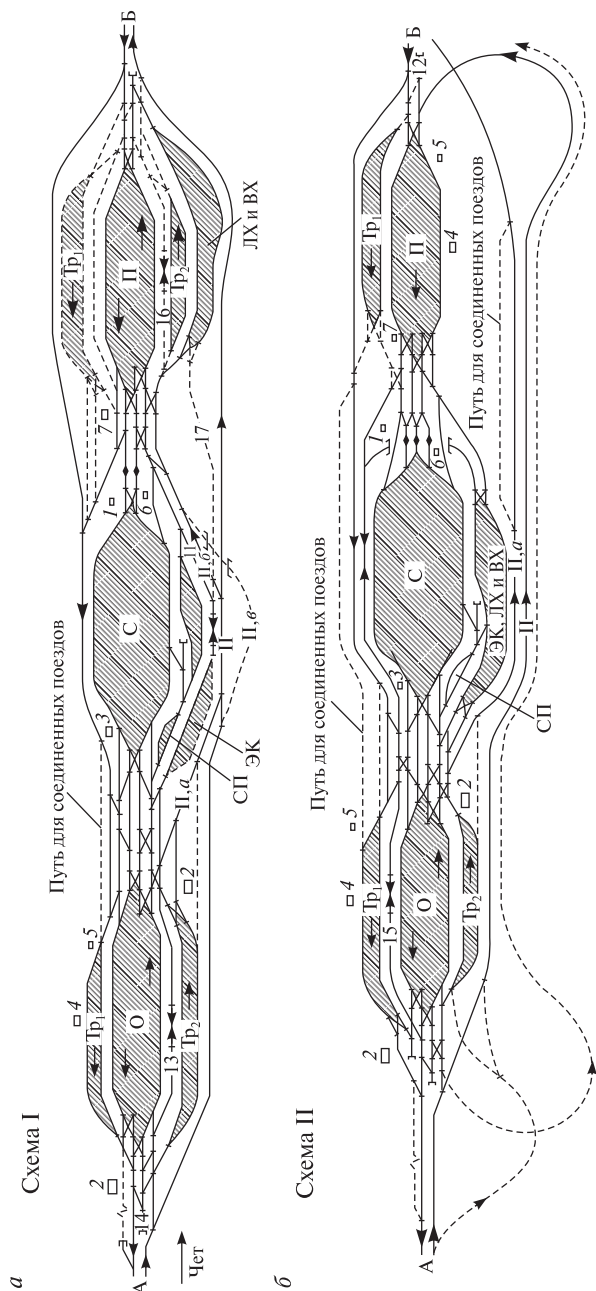


Рис. 18.1 Схемы односторонних сортировочных станций с последовательным расположением основных парков:
 а — схема I с горкой большой или средней мощности; б — схема II с горкой повышенной мощности;

П — парк приема; С — сортировочный парк; О — парк отправления; С2 — сортировочно-группировочно-отправочный; СО — сортировочно-отправочный парк; Tr_1 и Tr_2 — транзитные парки; ЭК — экипировочные устройства; ЛХ и ВХ — локомотивное и вагонное хозяйство; МПРВ — механизированный пункт ремонта вагонов; СП — сортировочная платформа; 1 — центральный пост управления станцией; 2 — пост дежурного по парку совмещенный с пунктом обогрева вагонников; 3 — пост дежурного по формированию; 4 — ПТО; 5 — пункт обогрева вагонников;

б — компрессорная; 7 — пункт приема поездных документов

Транзитные грузовые поезда нечетного направления принимают в парк Tr_1 , а четного — в парк Tr_2 . Здесь производят техническое обслуживание и коммерческий осмотр составов, смену поездных локомотивов и локомотивных бригад, полное опробование тормозов, после чего поезда могут следовать дальше.

При приеме поездов из «А» в парк приема по путям II-Пб происходит пересечение их маршрутов с отправлением поездов на «Б» из парков О и Tr_2 , а также с маршрутами подачи поездных локомотивов от четных поездов из парка П на экипировку и из локомотивного хозяйства под отправляемые четные поезда. Такое пересечение может быть допущено при числе прибывающих поездов до 30—40, а отправляющихся — до 50—60. При большем числе поездов, а также при пропуске по пути II пассажирских поездов необходимо строительство путепроводной развязки (путь Пв). Под путепроводом целесообразно уложить и ходовой путь 17 для подачи поездных локомотивов из депо под все отправляемые поезда и от четных поездов из парка приема на экипировку.

Кроме указанных, пересечения маршрутов в схеме I имеют место и при подаче поездных локомотивов под нечетные поезда в парки О и Tr_1 по пути 13 и отправлении четных поездов с путей парка О. Кроме того, во входной горловине парка О маршруты перестановки составов четных поездов враждебны маршрутам отправления этих поездов на «Б».

Отмеченные для схемы I пересечения маршрутов, кроме последнего, отсутствуют в схеме II односторонней сортировочной станции с горкой повышенной мощности (см. рис. 18.1, б). Это достигается за счет устройства петлевого подхода для приема в переработку четных поездов, устройства путепровода под горкой для пропуска поездных локомотивов и укладки ходового пути 15 для подачи локомотивов под нечетные поезда между парками О и Tr_1 . Такая развязка маршрутов обеспечивает большую пропускную способность и безопасность движения, а при сооружении петлевого пути и для отправления нечетных поездов (показан штриховой линией) достигнет максимального значения.

Приведенные схемы односторонних сортировочных станций с последовательным расположением объединенных парков приема и отправления обеспечивают поточность обработки перерабатываемого вагонопотока, без повторной сортировки угловых вагонопото-

токов. Основным недостатком этих схем является значительный перепробег перерабатываемого вагонопотока четного направления, встречного направлению сортировки. Для схемы I, представленной на рис. 18.1, этот перепробег равен двойному расстоянию между осями парков приема и отправления. В схеме II перепробег вагонов направления, противоположного направлению сортировки, увеличивается еще больше за счет приема поездов по петлевому подходу и достигнет максимального значения при сооружении петлевого пути для отправления четных поездов (показан штриховой линией). Кроме того, в этой схеме существенно возрастают также пробеги поездных локомотивов нечетного направления, подаваемых под составы через путепровод под горкой.

Схема I рекомендуется в тех случаях, если в дальнейшем предусматривается сооружение второй сортировочной системы для четных поездов. Применение схемы II рекомендуется при строительстве крупной односторонней станции, если в перспективе не намечается строительство второй сортировочной системы.

Если длина станционной площадки недостаточна для последовательного размещения трех основных парков, то могут применяться схемы комбинированного типа, в которых один из парков — приема или отправления размещается последовательно с сортировочным парком, а парки отправления или приема — параллельно сортировочному парку.

Типовая схема односторонней сортировочной станции комбинированного типа (см. рис. 18.2) предусматривает сооружение объединенного парка приема для обоих направлений последовательно с сортировочным парком, а парков отправления и транзитных — по обе стороны сортировочного парка. Локомотивное хозяйство размещается рядом с парком П. При этом возможны два варианта укладки ходовых путей в парки O_1 и Tr_1 : под горкой с устройством путепроводной развязки или в обход вытяжных путей формирования. Меньшие пробеги локомотивов и число пересечений маршрутов будут при путепроводной развязке, поэтому этот вариант рекомендуется в качестве основного. Верхние пути парка С можно использовать как сортировочно-отправочные на «А» и в этом случае их следует оборудовать устройствами для осмотра и безотцепочного ремонта вагонов, а число путей в парке соответственно увеличить.

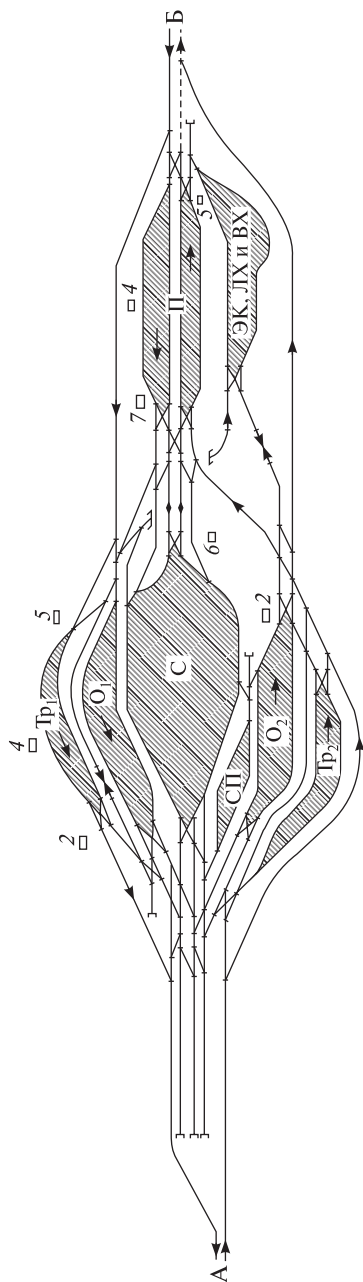


Рис. 18.2. Схема односторонней сортировочной станции с комбинированным расположением основных парков
(условные обозначения — см. рис. 18.1)

Комбинированные схемы по сравнению со схемами с последовательным расположением парков имеют ряд существенных недостатков: большие затраты маневровых средств на перестановку сформированных составов; большую загрузку выходной горловины парка O_1 (перестановкой составов, уборкой маневровых и подачей поездных локомотивов, отправлением поездов); наличие пересечений маршрутов приема четных поездов в переработку с маршрутами отправления четных поездов своего формирования из парка O_2 и маршрутами подачи локомотивов к этим поездам.

При больших размерах транзитных и местных вагонопотоков рекомендована схема сортировочной станции с горкой повышенной мощности и с параллельным роспуском составов, развитым сортировочно-группировочно-отправочным парком C_2 , располагаемым последовательно со средней секцией основного сортировочного парка C , и второй сортировочной горкой (см. рис. 18.3). Такая схема станции может оказаться целесообразной в крупных железнодорожных узлах:

- при больших размерах местных вагонопотоков;
- значительных размерах перекрестных вагонопотоков;
- потребности устройства на основной горке трех или четырех спускных путей, в том числе для параллельно работающих (с участием основной горки) технологических линий повторной сортировки отсевных вагонов и роспуска части составов на второй сортировочной горке, минуя первую без расформирования;
- относительно небольших размерах вагонопотока с частичной переработкой составов и изменением их массы и длины.

Станция работает следующим образом. На основной сортировочной горке вагонопоток делится на три части: четный и нечетный транзитные, накапливаемые на крайних секциях сортировочного парка (C), и местный, для накопления которого выделяется средняя секция сортировочного парка. При параллельном роспуске двух составов местные вагоны сразу направляются на пути средней секции, где накапливаются на составы местных назначений. При одновременном поступлении местных вагонов в обоих расформируемых составах в среднюю секцию направляют местные вагоны из того состава, где группа таких вагонов больше, а местные вагоны из второго состава поступают на отсевой путь соответствующей

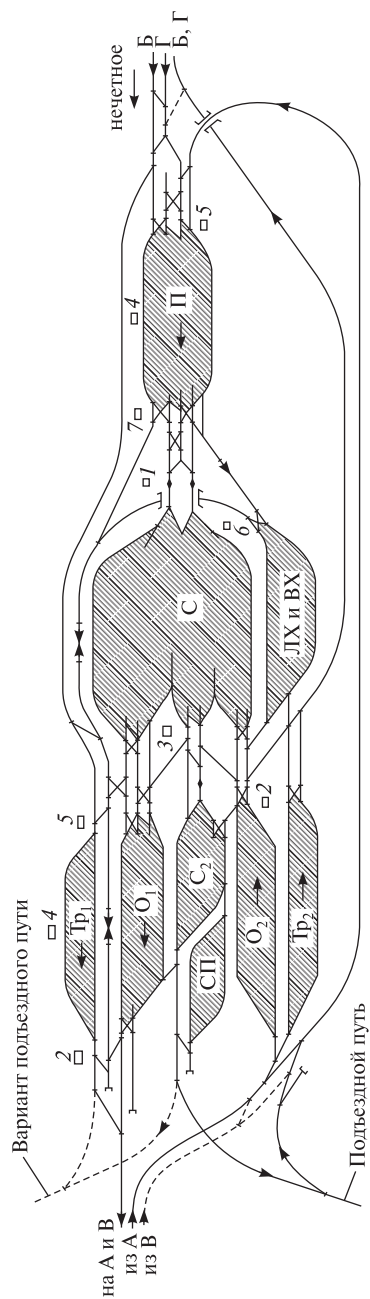


Рис. 18.3. Схема односторонней сортировочной станции при больших размерах транзитных и местных вагонопотоков (условные обозначения — см. рис. 18.1)

крайней секции, откуда затем вновь подаются на горку для повторной сортировки.

После накопления составов местных назначений на путях средней секции парка С они надвигаются на вторую горку, где производится более детальная сортировка вагонов местных назначений с подборкой их по группам в адрес отдельных грузовых районов или крупных грузовых фронтов грузовых и промышленных станций узла. При этом на грузовых станциях останется произвести подборку вагонов по отдельным погрузочно-выгрузочным путям внутри грузовых районов.

Сформированные составы местных поездов отправляются непосредственно с путей парка С₂, а составы остальных поездов своего формирования с путей отправочных парков О₁ и О₂.

Недостатком рассмотренной схемы станции является отсутствие взаимозаменяемости отправочных парков О₁ и О₂, необходимость дополнительных затрат на сооружение вспомогательной сортировочной горки, парка С₂, а также на укладку вытяжных и соединительных путей. Эти затраты должны окупаться экономией, получаемой на грузовых станциях или путях необщего пользования за счет уменьшения затрат на маневровую работу, которая выполняется там, как правило, на вытяжных путях.

При проектировании односторонней сортировочной станции с горкой средней или малой мощности, работающей преимущественно на узел, порт или крупный промышленный район, может применяться схема без отправочного парка, приведенная на рис. 18.4.

При такой схеме поезда, поступающие в адрес грузовых, промышленных или портовой станций узла принимаются на пути верхней части парка П, а поступающие из узла — на нижние пути этого парка. После отцепки поездного локомотива и обработки по прибытию составы расформируют на пути сортировочно-отправочного парка (СО), где после накопления и формирования составов производят их техническое обслуживание и коммерческий осмотр, подают передаточные локомотивы при отправлении в узел и поездные локомотивы для отправления на линию и после опробования тормозов поезда отправляют. Число путей в парке СО, в связи с занятием их операциями по отправлению, соответственно увеличивают.

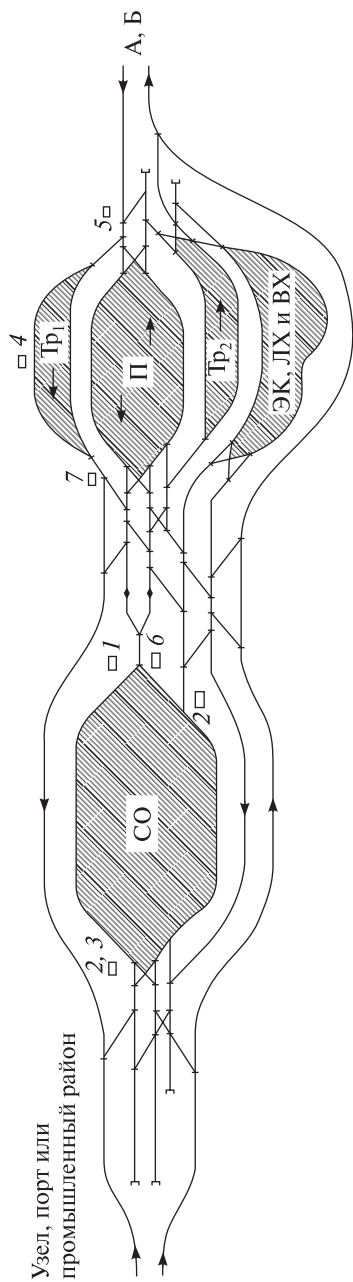


Рис. 18.4. Схема односторонней сортировочной станции, работающей преимущественно на узел, порт или промышленный район (условные обозначения — см. рис. 18.1)

В необходимых случаях эта схема может быть дополнена вспомогательным сортировочно-группировочным устройством для подборки вагонов, отправляемых в передаточных поездах в узел.

Маршрутизированный вагонопоток с примыкающих линий, который не требует сортировки, принимают в транзитный парк Tr_1 , где производят обработку составов в техническом и коммерческом отношении, осуществляют смену прибывших поездных локомотивов на передаточные или вывозные и отправляют готовые поезда в узел. Маршруты, отправляемые со станций узла, принимаются в транзитный парк Tr_2 , где проходят техническое обслуживание и коммерческий осмотр. Вывозные или передаточные локомотивы меняются на поездные, производится полное опробование тормозов и поезда отправляются на линию.

В последние годы для ускорения продвижения вагонопотоков, поступающие с линий маршруты могут пропускать по станции без остановки до станции назначения (портовой или крупной грузовой), на которой происходит оборот поездных локомотивов и смена поездных локомотивных бригад.

Рассмотренная схема станции имеет ряд недостатков. В ней горловины сортировочно-отправочного парка имеют дополнительную загрузку подачей под составы поездных локомотивов и отправлением поездов. Поэтому требуется проверка их пропускной способности.

18.3. Схемы односторонних сортировочных станций повышенной производительности и с дополнительными технологическими линиями для формирования групповых поездов

Интенсивный рост объемов переработки вагонопотоков на железных дорогах бывшего СССР в период с 1960 по 1990 гг. обусловил разработку отечественными учеными и практиками-проектировщиками новых схем сортировочных станций, обеспечивающих повышение производительности сортировки за счет применения параллельного роспуска составов. Одновременно с этим ставилась задача создания конструкции устройств для детальной подборки групп вагонов при формировании поездов в адрес грузовых и промышленных станций и освобождения этих станций от сортировки вагонов на вытяжных путях.

Среди схем сортировочных станций для параллельного роспуска составов следует выделить *четырепарковую* схему односторонней сортировочной станции, разработанную коллективом авторов под руководством профессора К.А. Бернгарда (см. рис. 18.5). Для обеспечения непрерывного параллельного роспуска составов между парком приема и основным сортировочным парком сооружается парк предварительной сортировки (ППС) и дополнительная горка с двумя надвижными и двумя спускными путями, на которой перерабатываемый вагонопоток делится на две группы, соответствующие назначениям в одной (C_1) и другой (C_2) половинах основного сортировочного парка. В каждой половине парка предварительной сортировки накапливаются составы назначением C_1 и C_2 , которые после накопления в режиме параллельного роспуска расформируются на основной горке каждый на свою половину парка. При такой технологии исключается необходимость повторной переработки пересекающегося (углового) вагонопотока.

Четырепарковая схема односторонней станции рассчитана на перерабатывающую способность свыше 10 тыс. вагонов в сутки и может быть использована при строительстве новых и развитии существующих станций, на которых пересекающийся вагонопоток превышает 15 % общего потока и параллельный роспуск при использовании типовых схем не дает эффекта из-за большого объема повторной сортировки вагонов.

Несмотря на высокую перерабатывающую способность, рассматриваемая схема станции имеет ряд существенных недостатков, ухудшающих ее технико-экономические и эксплуатационные показатели. Основными из них являются:

- большая потребная длина станционной площадки (до 10 км);
- значительные дополнительные капитальные затраты на сооружение второй горки большой мощности, парка предварительной сортировки на 12—14 путей, а также увеличение длины внутристанционных соединительных путей;
- увеличение эксплуатационных расходов, связанное с двойной переработкой всего вагонопотока, дополнительными пробегами поездов и поездных локомотивов в пределах станции, ростом простоя вагонов на станции, содержанием дополнительных путей и горки.

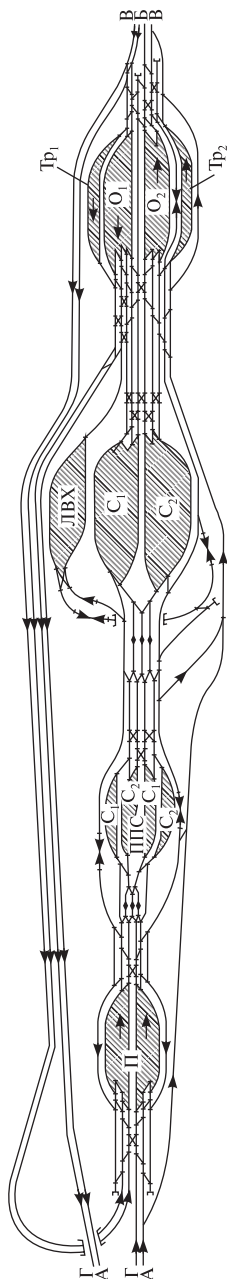


Рис. 18.5. Схема четырехпарковой сортировочной станции (условные обозначения — см. рис. 18.1)

Кроме того, схема не обеспечивает переработку местных вагонопотоков и формирование групповых поездов.

Многих из указанных недостатков можно избежать, применив вместо односторонней четырехпарковой схему обыкновенной двусторонней сортировочной станции.

Схемы сортировочных станций с параллельными технологическими линиями и внутренним расположением устройств для детальной сортировки вагонов местных и групповых поездов, полученные в результате совершенствования типовой схемы, представленной на рис. 18.3, имеют несколько вариантов развития.

Схема с *местным сортировочно-отправочным парком*, представленная на рис. 18.6, отличается от типовой наличием третьего спускового пути и ходового пути в середине объединенного парка приема. Для накопления вагонов местных назначений, а также для отсева при параллельном роспуске составов вагонов пересекающихся сквозных назначений в каждой технологической линии выделяют по три-четыре пути предварительной сортировки ППС₁ и ППС₂, два из которых соединяют в горочной горловине со средним ходовым путем. Такое соединение дает возможность вывода составов с отсевными вагонами на повторную сортировку параллельно с роспуском составов на секции сортировочного парка С₁ и С₂. В хвостовой горловине сортировочного парка пути ППС₁ и ППС₂ объединяют в один пучок и последовательно с ними размещают вспомогательную горку и местный сортировочно-отправочный парк СО_м. В этом парке выделяют группу коротких путей для детальной подборки местных вагонов и несколько путей нормальной длины для накопления и формирования составов поездов местных назначений.

В рассмотренной схеме переработка местного вагонопотока на основной горке предусматривается в режиме параллельного роспуска, а на вспомогательной горке — в режиме последовательного роспуска локомотивом основной горки или специально выделенным для этой работы. Подборку вагонов по группам осуществляют в процессе роспуска на вспомогательной горке, а объединение групп в составы местных поездов производят в хвостовой горловине местного парка.

Средний ходовой путь дает возможность обеспечить работу горочных локомотивов поточно-кольцевым методом: предгорочный парк — основная горка — парк предварительной сортировки —

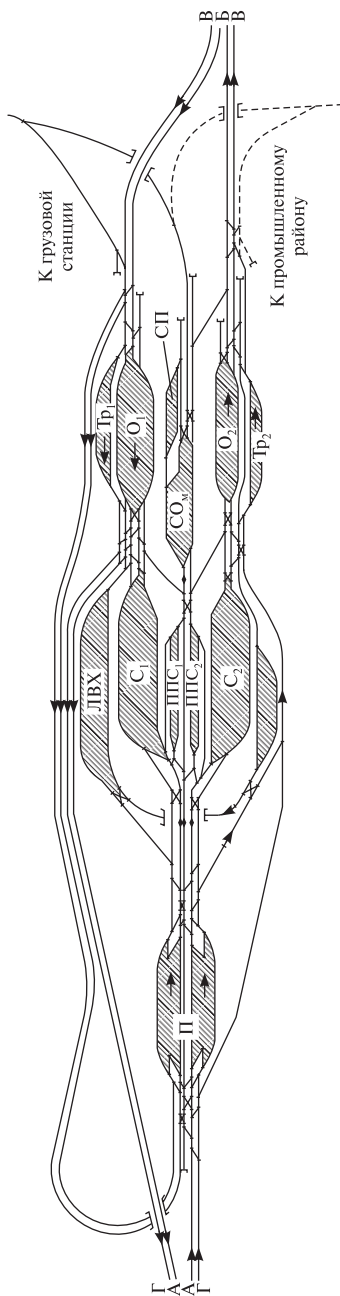


Рис. 18.6. Схема односторонней сортировочной станции с внутренним расположением технологической линии для детальной сортировки вагонов местных и грузовых поездов (условные обозначения — см. рис. 18.1)

вспомогательная горка — предгорочный парк. В этой схеме исключаются пересечения маршрутов следования поездных локомотивов и надвига составов на основную горку с маршрутами пропуска горочных локомотивов и уборки вагонов пересекающегося потока в выходной горловине предгорочного парка.

Дополнительные устройства для технического обслуживания и экипировки локомотивов (ДЛХ), размещаемые параллельно сортировочному парку со стороны, противоположной основному локомотивному хозяйству, позволяют сократить пробеги локомотивов от поездов, прибывающих в расформирование. Связь этих устройств с основным локомотивным хозяйством осуществляется по ходовому пути, укладываемому под горкой.

Размещение парка для детальной сортировки местных вагонов между парками отправления четного и нечетного направлений делает более простой конструкцию хвостовой горловины основного сортировочного парка, уменьшает объем маневровой работы по формированию составов на вытяжных путях. Рядом с длинными путями местного сортировочно-отправочного парка можно размещать сортировочную платформу, площадку для сортировки контейнеров, механизированный пункт ремонта вагонов.

К недостаткам данной схемы можно отнести отсутствие взаимозаменяемости путей парков отправления четных и нечетных поездов и, как правило, большее общее число вытяжных путей формирования, значительная ширина площадки для размещения сортировочно-отправочного парка, невозможность его использования для формирования групповых поездов транзитных назначений, отсутствие поточности формирования групповых поездов.

Последний недостаток устранен в схеме станции, представленной на рис. 18.7. Особенностью этой схемы является наличие в средней части сортировочного парка двух групп путей C_m полезной длиной на половину состава для накопления вагонов местных и групповых поездов сквозных назначений, по одному-два пути для углового потока сквозных назначений, с которых предусмотрен выход на средний ходовой путь. В каждой секции C_m для накопления местных вагонов выделены пути с суммарной емкостью 60—100 вагонов.

В хвостовой горловине обе группы путей объединены в один пучок с последовательным размещением горки малой мощности и

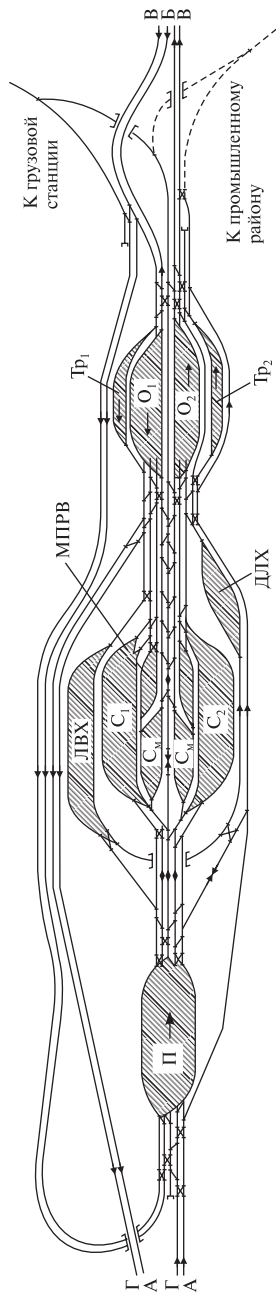


Рис. 18.7. Схема односторонней сортировочной станции с технологической линией формирования групповых поездов на устройстве типа «елочка» (условные обозначения — см. рис. 18.1)

трех секционированных путей (получивших название «елочки») для дробной сортировки вагонов. Каждый из крайних путей «елочки» разделен на последовательные секции, число которых определяется наибольшим числом групп вагонов в составе.

Средний путь, на котором размещают устройства для регулирования скорости движения отцепов, служит для пропуска вагонов в соответствующие секции крайних путей. В конце каждой секции необходимо иметь устройство для остановки вагонов, которое после накопления при соединении групп вагонов в состав поезда должно убираться. Группа путей «елочка» размещена в пределах половины длины сортировочного парка и длины вытяжных путей, связывающих сортировочный и отправочный парки. Между «елочкой» и парком отправления обеспечена удобная прямая связь для перестановки составов групповых поездов.

Технология работы рассматриваемой станции предусматривает работу основной горки в режиме параллельного роспуска составов. Это и обуславливает наличие двух смежных секций C_M в каждой половине парка.

Образующиеся в середине сортировочного парка свободные площадки могут быть использованы для размещения сортировочной платформы, площадки для сортировки контейнеров или механизированного пункта ремонта вагонов.

Помимо рассмотренных схем станций с внутренним расположением технологических линий для формирования местных и групповых поездов были предложены схемы сортировочных станций с внешним расположением вспомогательных устройств.

При значительных объемах вагонопотоков, поступающих на местные назначения, может оказаться целесообразной схема сортировочной станции, в которой сортировку вагонов производят *на трех параллельных технологических линиях* (см. рис. 18.8). Для создания такой схемы между полукомплектами, предназначенными для переработки транзитного четного и нечетного вагонопотоков, сооружается дополнительный парк приема поездов (Π_M), в составе которых содержатся в основном вагоны местных назначений, соединенный ходовыми путями со вспомогательной горкой ВГ и сортировочно-оправочным парком местных назначений (CO_M).

Составы с вагонами преимущественно транзитных назначений принимают в специализированные по направлениям парки приема

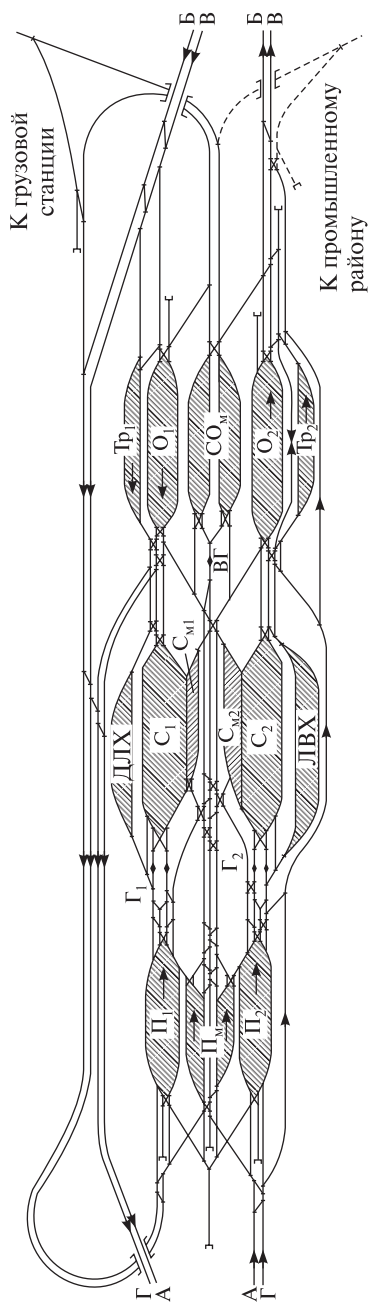


Рис. 18.8. Схема односторонней сортировочной станции с тремя параллельными технологическими линиями (условные обозначения — см. рис. 18.1)

Π_1 и Π_2 и после обработки по прибытию расформировывают на основных горках Γ_1 и Γ_2 в сортировочные парки C_1 и C_2 . Поезда, состоящие в основном из вагонов местных назначений, принимают в парк приема Π_m , откуда по одному из ходовых путей расформировывают через вспомогательную горку непосредственно на пути сортировочно-отправочного парка CO_m .

Для накопления местных вагонов, поступающих в поездах, состоящих в основном из транзитных вагонов, в сортировочных парках C_1 и C_2 выделяют секции путей C_{m1} и C_{m2} , соединенные во входных и выходных горловинах с ходовыми путями, что обеспечивает прямой выход на вспомогательную горку и в парк CO_m . Крайние пути секций C_{m1} и C_{m2} выделены для накопления составов пересекающихся потоков, передача которых для повторной сортировки производится в парк Π_m , из которого предусмотрен также выход на основные горки Γ_1 и Γ_2 .

Отправление поездов из основных парков O_1 и O_2 происходит по технологии работы односторонней сортировочной станции с объединенными парками отправления. Для отправления поездов местных назначений из парка CO_m на направление, противоположное направлению сортировки, сооружается полукольцо.

Недостатком такой схемы является ухудшение условий пропуска поездных локомотивов, имеющих оборот на станции. С целью уменьшения пробега и времени оборота локомотивов в каждом полукомплекте следует проектировать устройства для их технического обслуживания и экипировки, размещаемые параллельно сортировочным паркам.

18.4. Схемы двусторонних сортировочных станций

Основная типовая схема двусторонней сортировочной станции с последовательным расположением парков в обеих сортировочных системах представлена на рис. 18.9.

Транзитные парки на двусторонней станции лучше всего размещать рядом с парками отправления, что позволяет концентрировать техническое обслуживание составов отправляемых поездов в одном месте и обеспечить взаимозаменяемость путей обоих парков.

Локомотивное и вагонное хозяйства в этой схеме размещаются между парком приема одной системы и парком отправления другой системы. Такое их расположение позволяет сократить потребную

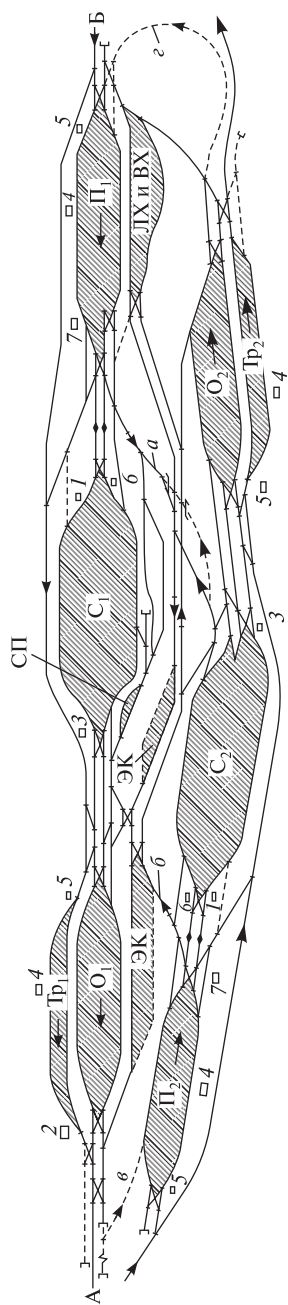


Рис. 18.9. Типовая схема двусторонней сортировочной станции с последовательным расположением парков
(условные обозначения — см. рис. 18.1)

ширину станционной площадки примерно на 100—150 м по сравнению с вариантом размещения этих хозяйств между сортировочными парками, хотя при этом несколько увеличиваются пробеги поездных локомотивов.

Для пропуска локомотивов между сортировочными системами укладывают два ходовых пути, связывающие локомотивное хозяйство с парками станции. Ходовые пути пересекаются с соединительными путями, связывающими отдельные парки, однако эти пересечения обычно имеют относительно небольшую загрузку и устраиваются в одном уровне. При необходимости следует предусматривать возможность пересечения ходовых путей в разных уровнях.

Для сокращения пробегов по станции поездных локомотивов, прежде всего прибывающих в парк Π_2 и следующих по обороту, может предусматриваться сооружение дополнительных экипировочных устройств ЭК между парками O_1 и Π_2 . Эффективность такого решения определяется технико-экономическим расчетом путем сравнения расходов на сооружение и содержание дополнительных экипировочных устройств с экономией, получаемой от сокращения пробегов поездных локомотивов. Эти устройства могут также потребоваться, если станция будет стыковым пунктом разных видов тяги — электрической и тепловозной.

Грузовое ремонтное вагонное депо может кооперироваться с ремонтным локомотивным депо на общей площадке или размещаться отдельно в районе вытяжных путей одного из сортировочных парков. При размещении ремонтного вагонного депо на одной территории с локомотивным хозяйством рядом с одним из сортировочных парков может дополнительно предусматриваться механизированный пункт текущего отцепочного ремонта вагонов. В районе одной из хвостовых горловин сортировочного парка может размещаться сортировочная платформа, а также площадка для сортировки контейнеров.

Порядок работы станции с прямыми вагонопотоками в каждой сортировочной системе аналогичен порядку работы односторонней станции с вагонами, следующими в направлении сортировки. Но сортировочные станции обычно располагаются в узлах с тремя и более подходами, поэтому на них приходится перерабатывать и угловые вагонопотоки, которые следуют на линии, примыкающие к станции с той же стороны, что и линии, с которых вагоны при-

были. На односторонних станциях вагоны углового потока поступают сразу на путь своего назначения. На двусторонних станциях вагоны углового потока при расформировании прибывших поездов направляются на специально выделенный для них путь. После накопления на этом пути достаточного количества «угловых» вагонов они передаются в парк приема другой системы и вторично рассортировываются, после чего попадают на пути своих назначений. Таким образом, на двусторонних станциях угловые вагонопотоки сортируются дважды, что увеличивает загрузку горок станций.

Наиболее удобно вагоны угловых потоков передавать непосредственно из сортировочного парка одной системы в парк приема другой системы по соединительным путям «а» и «б» (см. рис. 18.9). Такие соединительные пути легче уложить в плане, если одну сортировочную систему сдвинуть по отношению к другой навстречу движению на 400—500 м, а, если по местным условиям это невозможно, то выделять путь для них в крайнем к ходовым путям и более коротком пучке сортировочного парка.

Если сортировочные системы запроектированы без смещения по отношению друг к другу, то угловые вагоны можно передавать через специальный вытяжной путь в конце станции и соединение «в» с парком приема другой системы. При больших размерах угловых вагонопотоков для их передачи в другую систему может укладываться петля «г» радиусом 200—250 м. Для этого необходимо, чтобы расстояние между соединяемыми парками было порядка 350—450 м.

Если одна из сортировочных систем двусторонней станции в основном работает на узел, порт или промышленный район, т.е. формирует передачи на грузовые, заводские или другие сортировочные станции крупного узла, то она может не иметь парка отправления. Передаточные поезда при этом будут отправляться непосредственно с путей сортировочного парка, который превращается в сортировочно-отправочный. Вопрос о целесообразности применения схемы сортировочной системы со средними размерами переработки до 2—2,5 тыс. вагонов в сутки без отправочного парка должен быть обоснован технико-экономическими расчетами. Для этого необходимо сравнить строительные и эксплуатационные расходы при сооружении отправочного парка и без него. Кроме того, необходимо проверить загрузку выходной горловины сортировочно-отправочного парка, в которой будут осуществляться формирование

поездов, подача поездных локомотивов под составы и отправление поездов.

Если в сортировочной системе наряду с транзитными вагонопотоками перерабатывается также большой местный вагонопоток, для которого необходима подборка вагонов по группам или пунктам выгрузки, то трехпарковая система может быть дополнена сортировочно-группировочно-отправочным парком C_2 с горкой малой мощности, как в схеме на рис. 18.3, или сортировочно-группировочным парком C_M , размещаемым между сортировочным парком и парком отправления местных поездов O_M (см. рис. 18.10).

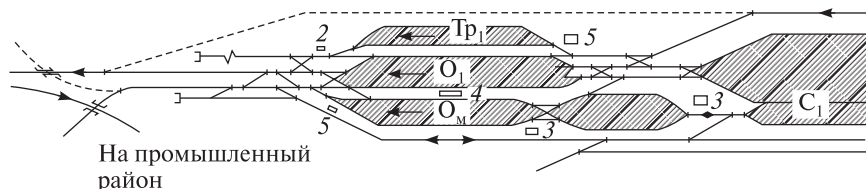


Рис. 18.10. Фрагмент сортировочной системы двусторонней станции с сортировочно-группировочным парком для местных вагонов (C_M): O_M — парк отправления местных вагонов (остальные обозначения — см. рис. 18.1)

Если длина станционной площадки не позволяет разместить парки двусторонней сортировочной станции последовательно, то применяют комбинированную схему, в которой парки приема размещаются последовательно с сортировочными, а парки отправления и транзитные — параллельно сортировочным паркам (см. рис. 18.11). При этом часть поездов может отправляться непосредственно с путей сортировочных парков.

Для связи локомотивного хозяйства с парками отправления и транзитными парками ходовые пути укладываются в обход вытяжных путей формирования. Для сокращения пробегов поездных локомотивов может устраиваться путепроводная развязка под горкой (см. штриховую линию на рис. 18.11).

При проектировании двусторонних сортировочных станций одна из систем может иметь последовательное, а вторая — комбинированное расположение парков.

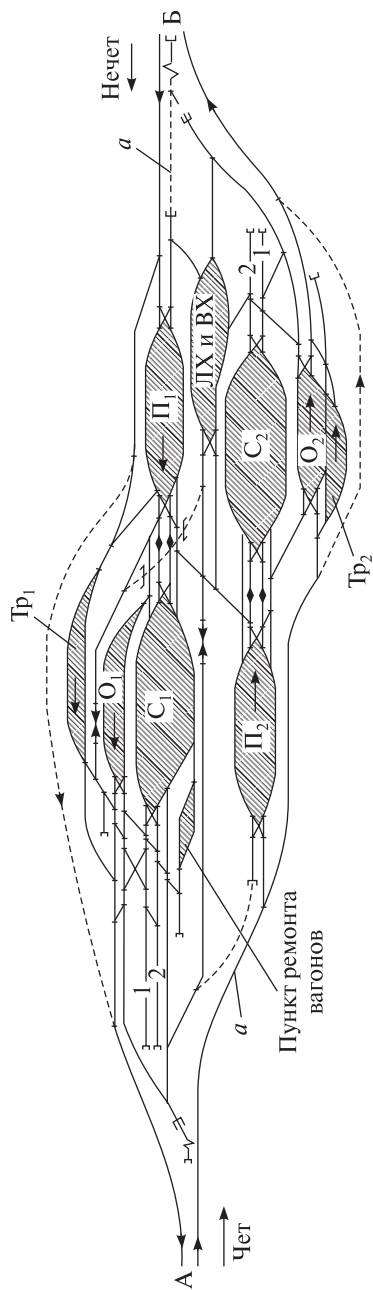


Рис. 18.11. Схема двусторонней сортировочной станции с комбинированным расположением парков вагонов
(условные обозначения — см. рис. 18.1)

18.5. Выбор типа и схемы сортировочной станции

Детальное сравнение схем односторонних и двусторонних сортировочных станций позволяет отметить следующие достоинства и недостатки каждого типа станций.

Односторонние сортировочные станции при одинаковом объеме работы обеспечивают по сравнению с двусторонними станциями:

- меньшую площадь, занимаемую станцией, а значит и стоимость отводимого под станцию земельного участка;
- меньшие число парков, эксплуатационный штат работников и расходы на их содержание;
- меньшее суммарное число путей в парках и протяженность соединительных путей, что обуславливает меньшие затраты на укладку и содержание путей и стрелочных переводов;
- однократную сортировку угловых вагонопотоков.

Вместе с тем они имеют по сравнению с двусторонними станциями:

- меньшую перерабатывающую способность;
- дополнительный пробег вагонов направления, противоположного направлению сортировки. Для станций с последовательным расположением парков и горкой средней и большой мощности перепробег каждого вагона этого направления равен двойному расстоянию между осями парков приема и отправления, а для станций с горкой повышенной мощности и петлевым подходом в парк приема перепробег возрастает еще больше;
- наличие большего числа пересечений маршрутов, вызывающих задержки подвижного состава. Для ликвидации этих задержек необходимо сооружение путепроводных развязок (на петлевых подходах, под горкой), требующее значительных расходов.

Двусторонние сортировочные станции по сравнению с односторонними станциями имеют следующие преимущества:

- большую перерабатывающую способность;
- поточность продвижения и минимальный пробег вагонов прямых назначений;
- независимость работы сортировочных систем;
- более простые горловины;
- меньшее число пересечений маршрутов.

При этом двусторонние станции по сравнению с односторонними имеют ряд недостатков:

- они занимают большую площадь, что из-за высокой стоимости земель вызывает удорожание строительства;

- большее число парков и наличие двух сортировочных горок, что увеличивает потребный для их обслуживания штат работников станции и других подразделений;

- протяженность укладываемых путей и число стрелочных переводов, при прочих равных условиях, больше в сравнении с односторонними станциями, из-за необходимости выделения в каждой системе путей для накопления угловых вагонов, путей для местных, неисправных, не подлежащих роспуску с горки вагонов, а также устройства соединений для передачи угловых вагонов, что увеличивает затраты на укладку и содержание путей и стрелок;

- вагоны угловых потоков требуют двойной переработки, в связи с чем увеличивается их простой и пробег по станции.

Отмеченные достоинства и недостатки односторонних и двусторонних сортировочных станций учитываются при выборе типа станции в процессе разработки ее проекта.

При проектировании новых и реконструкции существующих сортировочных станций, прежде всего, устанавливают их роль на данном полигоне сети, ожидаемые размеры переработки во взаимодействии с другими сортировочными станциями, затем определяют тип станции (односторонняя или двусторонняя), после чего выбирают схему станции.

При этом учитывают распределение вагонов по подходам, долю транзитного без переработки, углового и местного вагонопотоков, число вагонов в отцепах (дробность сортировки) и др.

Критерием для выбора типа сортировочной станции (односторонняя или двусторонняя) является перерабатывающая способность горки, которая может колебаться в широком диапазоне в зависимости от ее плана и профиля, взаимного расположения парков, величины сортируемых составов, числа путей надвига, роспуска и обходных, конструкции горочной горловины, оснащения горки средствами механизации и автоматизации сортировочного процесса, количества горочных локомотивов и вытяжных путей формирования, а также других факторов.

Постоянное совершенствование оборудования горок, повышение весовых норм и длины поездов, внедрение передовых методов труда и информационных технологий в технологический процесс

работы сортировочных горок позволили существенно увеличить их перерабатывающую способность и тем самым расширить сферу целесообразности применения односторонних сортировочных станций. При последовательном расположении парков приема и сортировки, наличии двух-трех путей надвига и двух спускных путей механизированная сортировочная горка может перерабатывать в сутки примерно 5—6 тыс. вагонов, а автоматизированная — 7—8 тыс. вагонов. При благоприятной структуре вагонопотока и применении параллельного роспуска составов указанные размеры переработки могут быть еще большими.

Но горка, помимо расформирования составов, занята частично формированием поездов, повторным роспуском местных и угловых вагонов, а при отсутствии автоматизации регулирования скорости роспуска и осаживанием вагонов на подгорочных путях. Поэтому перерабатывающая способность горок по роспуску составов зависит от количества вагонов повторной сортировки, степени участия горки в формировании поездов и определяется в каждом конкретном случае с учетом местных условий.

Возможность применения односторонней станции определяется не только перерабатывающей способностью горки, но и другими параметрами. Так, горочный интервал, определяющий темп расформирования поездов, не должен превышать расчетный интервал поступления поездов в объединенный парк приема в период сугубого прибытия (в течение 1,5—2 ч).

По расчетному интервалу проверяется также пропускная способность горловин парка приема, в первую очередь предгорочной горловины и парка отправления, где лимитирующей может быть выходная горловина, если парк отправления расположен параллельно сортировочному.

Если для новой или реконструируемой односторонней сортировочной станции перерабатывающая способность горки и пропускная способность горловин окажутся достаточными, то обычно применяют односторонний тип, так как сооружение второй сортировочной системы, требующее больших дополнительных инвестиций, будет нецелесообразным.

При значительных размерах переработки на расчетный год (более 6—7 тыс. вагонов в сутки) возникает необходимость технико-экономического сравнения вариантов односторонней и двусторон-

ней станции. При этом для одинакового объема работы станции определяют строительные затраты и эксплуатационные расходы с учетом характера перерабатываемых вагонопотоков (соотношение прямых, угловых и местных вагонов), а также достоинств и недостатков обоих типов станции, отмеченных выше.

Стоимость сооружения двусторонней станции для одинаковых объемов работ обычно оказывается большей, чем односторонней, из-за больших затрат на укладку путей и стрелочных переводов, строительство и оборудование горок, устройств сигнализации, централизации и блокировки, служебных помещений, пунктов технического обслуживания вагонов и др.

Эксплуатационные расходы по одним показателям могут быть меньше на односторонних, по другим — на двусторонних станциях. В частности расходы по пробегу вагонов всегда будут больше на односторонних станциях из-за перепробега вагонов направления, встречного направлению сортировки. На двусторонних станциях будут большими расходы по пробегу, простоя и переработке угловых вагонов, содержанию путей, стрелочных переводов, сортировочных горок, служебно-технических зданий, эксплуатационного штата работников. Поэтому при одинаковом перерабатываемом вагонопотоке решающую роль при выборе типа станции обычно играют соотношение перерабатываемых вагонопотоков по направлениям и доля угловых вагонов в общем вагонопотоке.

Определив тип станции, выбирают ее схему, отдавая предпочтение схеме с последовательным расположением парков.

Если площадка станции ограничена по длине и не позволяет разместить все парки последовательно, то рассматривают варианты схем комбинированного типа с последовательным расположением парков приема и сортировочного.

При выборе схемы новой станции сравнивают технико-экономические показатели конкурирующих вариантов, учитывая местные условия, а при развитии существующей — возможности максимального использования имеющихся устройств и сооружений.

Если вариант не может быть окончательно выбран по схемам, то для конкурентоспособных вариантов разрабатывают масштабные планы, по которым более точно подсчитывают объемы работ, пробеги подвижного состава и др., на основании которых производят окончательный выбор вариантов.

18.6. Особенности схем и технологии промышленных сортировочных станций

Промышленные сортировочные станции предназначены для расформирования поездов, прибывающих с сети железных дорог общего пользования, и подборки вагонов по районам (пунктам) погрузки-выгрузки обслуживаемых предприятий, а также для формирования отправительских маршрутов на сеть железных дорог общего пользования и передаточных поездов до ближайших сортировочных станций или станций примыкания сети железных дорог общего пользования. Обычно к такой станции с одной стороны примыкает однопутный или двухпутный подход, соединяющий ее с сетью железных дорог общего пользования, а с другой — несколько соединительных путей, ведущих к отдельным предприятиям или цехам крупного предприятия.

При небольших размерах работы применяются схемы с параллельным расположением общего приемо-отправочного и сортировочного парков (см. рис. 18.12, *а* и *б*). На основном вытяжном пути обычно сооружается горка малой мощности. При увеличении объемов работы пути для приема и отправления поездов могут объединяться в отдельные парки, располагаемые параллельно сортировочному с одной или разных сторон этого парка. При значительном объеме переработки вагонов применяется схема с последовательным расположением парков приема и сортировки и горкой малой или средней мощности (см. рис. 18.12, *в*). В отличие от сортировочных станций сети железных дорог общего пользования на промышленных сортировочных станциях нет необходимости в парке отправления в сторону предприятий. Вагоны, поступающие с сети железных дорог общего пользования в поездах, расформировываются на пути сортировочного парка, откуда по мере накопления и подборки групп на вытяжных путях передаются на заводские станции или непосредственно к пунктам выгрузки. Маршруты с однородными массовыми грузами пропускаются через станцию без переработки. Они принимаются на нижние пути парка приема P_m (см. рис. 18.12, *в*), откуда в зависимости от длины грузовых фронтов подаются под выгрузку по объездному пути III целиком или по частям. Передаточные поезда с предприятий поступают по пути IV в парк приема для расформирования на сортировочно-отправочные пути, откуда готовые поезда

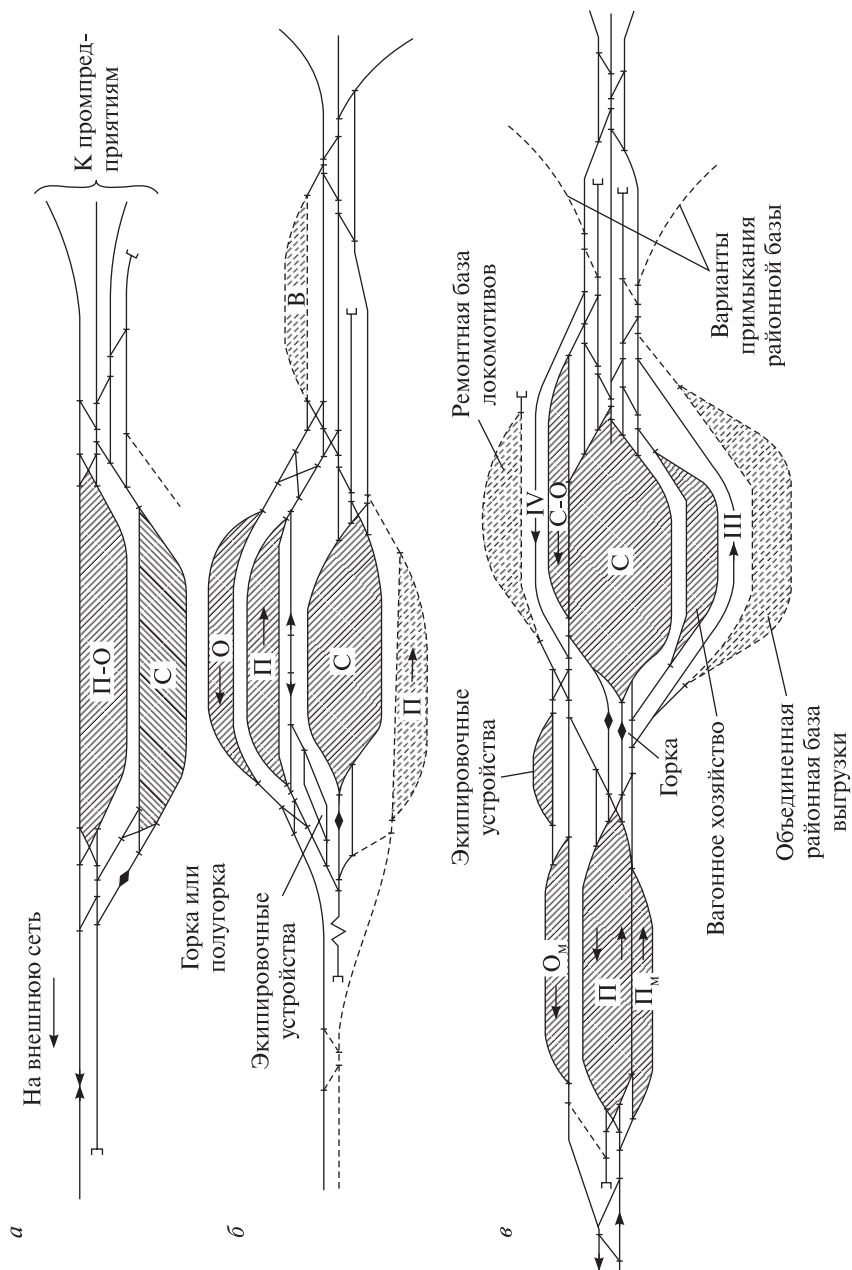


Рис. 18.12. Схемы промышленных сортировочных станций

отправляются на сеть железных дорог общего пользования. Для отправительских маршрутов, погруженных на предприятиях, или для маршрутов порожних вагонов может устраиваться отдельный парк отправления O_m . При необходимости могут устраиваться дополнительные выставочные парки В (см. рис. 18.12, б).

Полезную длину путей приема и отправления обычно принимают такой же, как и на линии сети железных дорог общего пользования, на которой расположена станция примыкания, чтобы можно было пропускать поезда без изменения массы и длины. Сортировочные пути для накопления вагонов на предприятиях должны иметь длину, соответствующую величинам накапливаемых подач вагонов, а сортировочно-отправочные пути для накопления составов на сеть железных дорог общего пользования должны соответствовать длине отправляемых составов с запасом 10—15 %.

Контрольные вопросы

1. Перечислите основные требования к принципиальным схемам сортировочных станций.
2. Чем отличаются типовые схемы сортировочных станций с горками большой или средней и повышенной мощности?
3. Перечислите достоинства и недостатки односторонних сортировочных станций в сравнении с двусторонними.
4. В каких случаях проектируют сортировочные станции комбинированного типа? В чем суть слова «комбинированный»?
5. Каковы особенности односторонних сортировочных станций, работающих преимущественно на узел, порт или грузовой район?
6. В каких случаях на сортировочных станциях устраивают вспомогательные группировочные парки?
7. В чем заключается смысл работы четырехпарковой односторонней сортировочной станции?
8. В каких случаях применяют двусторонние сортировочные станции комбинированного типа?
9. Назовите основные варианты передачи угловых вагонов на двусторонних сортировочных станциях.
10. Какие факторы определяют выбор типа и схемы сортировочной станции?
11. Назовите особенности промышленных сортировочных станций.

Глава 19. СОРТИРОВОЧНЫЕ УСТРОЙСТВА

19.1. Классификация сортировочных устройств. Основные элементы и параметры сортировочных горок

В зависимости от размеров и характера перерабатываемых вагонопотоков для сортировки вагонов на станциях применяют:

- сортировочные горки повышенной, большой, средней и малой мощности, на которых сортировка осуществляется под действием силы тяжести вагонов;
- вытяжные пути со стрелочными горловинами на уклоне, где используется сила тяги локомотивов и сила тяжести вагонов;
- вытяжные пути и стрелочные горловины на горизонтальной площадке, где используется только сила тяги локомотива.

По роли в технологии работы станции различают сортировочные устройства основные и вспомогательные. В качестве *основных сортировочных устройств* проектируют горки повышенной, большой, средней или малой мощности. Функции *вспомогательных сортировочных устройств* могут выполнять сортировочные горки средней или малой мощности, а также вытяжные пути с сортировочными (сортировочно-группировочными и группировочными) парками, используемые для более детальной сортировки: подборки групп вагонов для сборных поездов, грузовых фронтов станций, путей необщего пользования и др.

Сортировочное устройство должно проектироваться как технологическая система, включающая путевое развитие соответствующего профиля, маневровые локомотивы, техническое оснащение, ремонтную базу, служебно-технические, а также служебно-бытовые здания и помещения с необходимыми коммуникациями, устройства освещения, автомобильные дороги, переходные мосты, тоннели и дорожки, проезды для электро- и автокаров.

Современная сортировочная горка представляет собой комплекс устройств пути, энергоснабжения, автоматики и телемеханики, связи, снабжения сжатым воздухом, обеспечивающий механизацию

и автоматизацию процессов расформирования и формирования поездов.

Тип и мощность сортировочных устройств обосновывают технико-экономическими расчетами в зависимости от размеров и структуры перерабатываемого вагонопотока, планируемого для сортировочных станций на 10-й, а для остальных станций (участковых, грузовых) — на 5-й год эксплуатации.

Современные сортировочные горки оборудуют: вагонными замедлителями; устройствами горочной автоматической централизации (ГАЦ); автоматического регулирования скорости скатывания отцепов (АРС) в комплексе с системой автоматического задания скорости роспуска (АЗСР) и телеуправления горочными локомотивами (ТГЛ); контроля заполнения подгорочных путей; контроля и диагностики технических средств; сопряжения средств горочной автоматики с автоматизированной системой управления сортировочной станцией (АСУ СС). Пути подгорочных парков должны оборудоваться заграждающими средствами.

На горках малой мощности на первый период эксплуатации вместо ГАЦ может предусматриваться электрическая централизация стрелок (ЭЦ), а вместо вагонных замедлителей — средства малой механизации торможения вагонов (дистанционно управляемые башмаконакладыватели, башмакосбрасыватели и т.п.).

Мощность сортировочной горки зависит в основном от расчетного суточного объема переработки вагонов и обуславливает количество надвижных, спускных и обходных путей, число тормозных позиций, расчетную скорость и режим роспуска, необходимое техническое оснащение (см. табл. 19.1).

Вытяжные пути применяют при объеме переработки до 250 вагонов в сутки, а также для окончания формирования и перестановки составов в выходных горловинах сортировочных парков. Маневровая работа на них выполняется осаживанием групп вагонов или толчками. В качестве технического оснащения вытяжных путей и стрелочных горловин следует предусматривать устройства электрической централизации стрелок, станционной радио и телефонной связи оператора поста ЭЦ с составителем, другие устройства и сооружения по заданию заказчика.

Таблица 19.1

Мощность сортировочной горки в зависимости от расчетного суточного объема переработки вагонов

Основные характеристики	Сортировочные горки			
	повышенной мощности ГПМ	большой мощности ГБМ	средней мощности ГСМ	малой мощности ГММ
Объем переработки, вагонов в сутки	5500 и более	3500—5500	1500—3500	250—1500
Число путей: сортировочных	Более 40	30—40	17—29	4—16
надвижных	Не менее 3	2 и более	2	1
спускных	2—3	2	1—2	1
обходных	2	2	1—2	1
Число тормозных позиций:				
на спускной части	2	2	2	1
на подгорочных путях	1—2	1	1	1
Расчетная скорость роспуска, м/с	1,7	1,7	1,4	0,8—1,2

Основными элементами сортировочной горки являются надвижная часть, перевальная часть (горб горки) и спускная часть (см. рис. 19.1).

Надвижная часть предназначена для подачи вагонов к вершине горки и подготовки их к роспуску. На надвижной части размещаются пути надвига, соединяющие горб горки с парком приема, а при параллельном расположении парков приема и сортировки — с горочной вытяжкой.

Элемент горки, на котором происходит сопряжение надвижной части и скоростного уклона спускной части, называется *перевальной частью* или *горбом горки*, а вершина угла вертикальной кривой, сопрягающей скоростной уклон с горизонтальной прямой, проходящей через горб горки, — *условной вершиной горки*.

При устройстве горба с двумя и более путями надвига и двумя спускными путями можно выполнять одновременно две операции: роспуск двух составов или уборку горочного локомотива по одному пути и роспуск с горки на втором пути и др. Горб горки проектируют, как правило, в одном уровне, соответствующем зимним условиям работы.

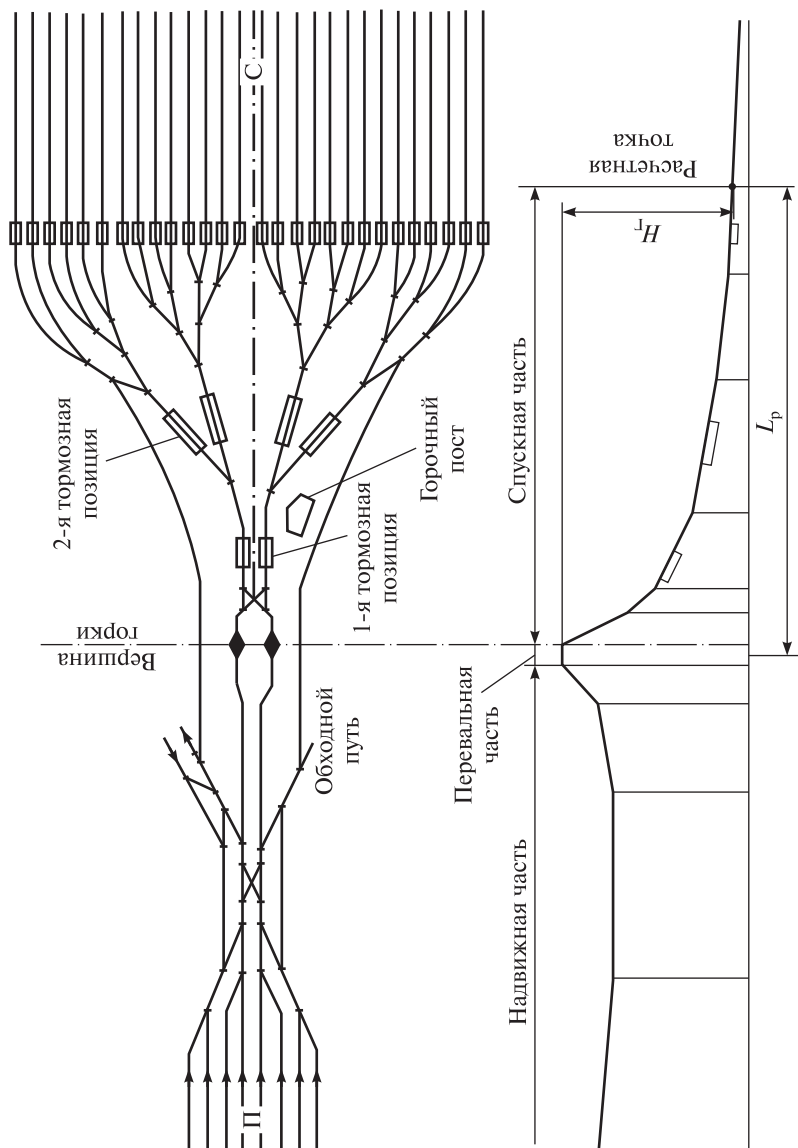


Рис. 19.1. Схема плана и профиля сортировочной горки:
 H_r — высота горки; L_p — расчетная длина горки

Элемент горки, обеспечивающий отрыв отцепов от состава и их быстрое продвижение с безопасными интервалами на пути назначения, называется *спускной частью*. Она располагается между вершиной горки и расчетной точкой, которая в зависимости от мощности горки находится на расстоянии 50 м и более за парковой тормозной позицией *расчетного* пути. На спускной части горки устанавливаются тормозные позиции для регулирования скорости скатывания отцепов.

Каждая горка характеризуется следующими основными параметрами: расчетной длиной L_p , высотой H_r , общей мощностью тормозных средств $H_{тсч}$ и перерабатывающей способностью $N_r^{\max}$. *Расчетной длиной* горки (см. рис. 19.1) называется расстояние от вершины горки до расчетной точки. *Высотой горки* называется разность отметок вершины горки и расчетной точки. *Мощность тормозных средств* характеризуется погашаемой ими суммарной энергетической высотой, а *перерабатывающая способность горки* — максимальным числом вагонов, которое можно расформировать с нее за сутки.

Помимо указанных параметров для обеспечения безопасности роспуска вагонов с горки при проектировании рассчитываются интервалы между отцепами на разделительных стрелках и тормозных позициях.

При проектировании сортировочной горки должны быть соблюдены пять основных условий: безопасность движения; необходимая пропускная способность станции; комплексность проекта (с учетом требований охраны труда и окружающей среды, специальных условий и т.п.), экономичность решения и возможность дальнейшего развития станционных устройств.

Вагоны, спускаемые с горки, в зависимости от рода, веса и ходовых свойств, условно делят на четыре вида бегунов: очень плохие (ОП) и плохие (П) — крытые четырехосные вагоны или полувагоны весом брутто от 220 до 250 кН; хорошие (Х) — четырехосные полувагоны весом 700 кН и очень хорошие (ОХ) — четырехосные полувагоны весом 800 и 1000 кН.

При проектировании горки учитываются условия скатывания: неблагоприятные (встречный ветер, минусовая температура, трудный путь) и благоприятные (попутный ветер, температура выше 0 °С, легкий путь). Трудным считается путь, при скатывании на

который потерянная энергетическая высота на преодоление всех видов сопротивлений (h_w) имеет максимальное значение, легким — путь, имеющий минимальное значение h_w .

Основные параметры горки рассчитывают на условия, указанные в табл. 19.2.

Таблица 19.2

Условия, на которые рассчитываются основные параметры сортировочной горки

Параметры	Условия			
	расчетный бегун	путь	ветер	температура
Высота горки	Вагон расчетной весовой категории	Трудный	Встречный	Минусовая
Профиль спускной части горки	ОХ	Легкий	Попутный	Плюсовая
Мощность тормозных средств	ОХ	Легкий	Попутный	Плюсовая
Интервал между отцепками на разделительных стрелках и тормозных позициях	ОП-ОХ-ОП для ГБМ и ГПМ ОП-Х-ОП для ГСМ	Трудный и легкий и смежный с ними	Встречный и попутный	Минусовая и плюсовая

19.2. Основы динамики скатывания вагонов с горки.

Понятие энергетической высоты

Исходными теоретическими предпосылками для расчета горок являются уравнение движения вагона и теорема об изменении кинетической энергии.

Рассмотрим вагон, движущийся по наклонной плоскости (см. рис. 19.2). На него действуют сила тяжести Q и сила сопротивле-

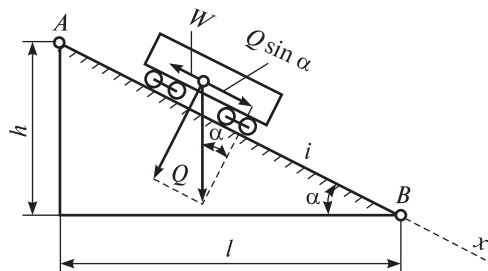


Рис. 19.2. Схема сил, действующих на вагон при скатывании с горки:

h — высота наклонной плоскости; l — проекция длины наклонной плоскости на горизонтальную плоскость; α — угол наклона плоскости; Q — сила тяжести вагона; W — сила сопротивления движению вагона

ния W . Уравнение движения вагона (как материальной точки) вдоль оси Ax имеет вид:

$$ma = Q \sin \alpha - W, \quad (19.1)$$

где a — ускорение движения вагона; m — масса вагона.

Учитывая, что величина угла наклона α на горках не превышает 4° (при максимальных значениях уклонов на горке), можно принять

$$\sin \alpha \approx \operatorname{tg} \alpha = \frac{h}{l} = i \cdot 10^{-3},$$

где i — уклон, ‰.

Кроме того, приближенно можно считать, что сила сопротивления W пропорциональна весу вагона, т.е. $W = Q\omega \cdot 10^{-3}$, где ω — общее удельное ходовое сопротивление движению вагона в Н/кН или ‰.

С учетом этого уравнение движения вагона примет вид:

$$ma = Q(i - \omega) \cdot 10^{-3}. \quad (19.2)$$

Из уравнения (19.2) видно, что если на некотором участке $i > \omega$, то вагон движется ускоренно, если $i < \omega$ — замедленно, при $i = \omega$ — равномерно.

Сопротивление движению вагона подразделяют на основное и дополнительное. *Основное сопротивление* действует при движении вагона постоянно. Оно обусловлено трением осей колес в буксах (между шейками осей и подшипниками), трением качения и трением скольжения колес по рельсам на прямом участке пути.

Дополнительное сопротивление обусловлено наличием кривых участков пути, в том числе стрелочных переводных кривых, ударами колес вагонов на стрелочных переводах (об остряки, крестовины и контррельсы), сопротивлением воздушной среды и ветра, а в зимнее время — сопротивлением от снега и инея.

Из уравнения (19.2) можно получить величину общего удельного ходового сопротивления вагона

$$\omega = i - \frac{a}{g} \cdot 10^{-3}, \quad (19.3)$$

где g' — приведенное ускорение свободно падающего тела, соответствующее силе тяжести (с учетом влияния вращающихся частей вагона).

Отсюда следует, что задача определения величины ω , характеризующей ходовые свойства вагона, связана с измерением ускорения вагона на участке. Эта зависимость используется в системах АРС на горках.

Рассмотрим вопрос об энергетической высоте, по величине которой удобно вести учет сил, действующих на скатывающийся вагон.

Согласно теореме об изменении кинетической энергии

$$\frac{mv_1^2}{2} - \frac{mv_0^2}{2} = Q(i - \omega)l \cdot 10^{-3}. \quad (19.4)$$

Здесь правая часть уравнения (19.4) представляет собой работу силы тяжести и средней силы сопротивления на участке l , уклон которого i ; v_0 и v_1 — соответственно начальная и конечная скорости движения вагона на участке l .

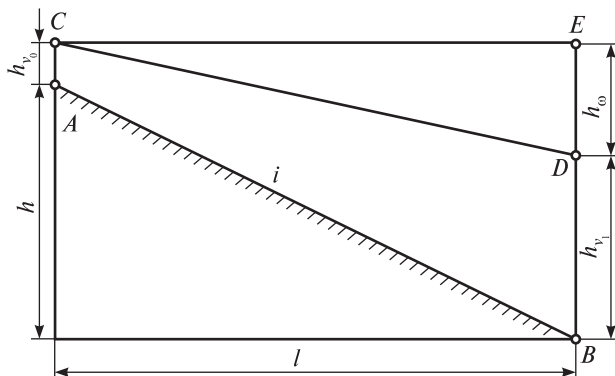


Рис. 19.3. Графическое изображение энергетических высот: l — длина рассматриваемого участка; i — уклон рассматриваемого участка; h — высота наклонной плоскости рассматриваемого участка; h_{v_0} и h_{v_1} — энергетические высоты, соответствующие начальной и конечной скоростям вагона на участке l ; h_{ω} — потерянная энергетическая высота, затрачиваемая на преодоление всех видов сопротивлений на участке l , (удельная работа сил сопротивления)

Выразив величину m через $\frac{Q}{g}$ и сократив на Q обе части равенства (19.4), получим уравнение изменения кинетической энергии, отнесенной к единице веса вагона

$$\frac{v_1^2}{2g'} - \frac{v_0^2}{2g'} = il \cdot 10^{-3} - \omega l \cdot 10^{-3}, \quad (19.5)$$

или, переходя к энергетическим высотам,

$$h_{v_1} - h_{v_0} = il \cdot 10^{-3} - \omega l \cdot 10^{-3}. \quad (19.6)$$

Применительно к сортировочной горке (см. рис. 19.3) будем иметь:

$$h + h_{v_0} = h_{v_1} + h_{\omega} \quad (19.7)$$

$$\text{или } h_{v_1} = h + h_{v_0} - h_{\omega}, \quad (19.8)$$

где h_{v_0} и h_{v_1} — энергетические высоты, соответствующие начальной и конечной скоростям вагона на участке l ; h — высота наклонной плоскости; h_{ω} — потерянная энергетическая высота, затрачиваемая на преодоление всех видов сопротивлений на участке l , т.е. удельная работа сил сопротивления.

19.3. Силы, действующие на отцеп при скатывании его с горки. Условие скатывания отцепа

Рассмотрим более подробно силы, действующие на отцеп при скатывании его с горки. К ним относятся:

— силы, способствующие движению отцепа, которые возникают в начале спуска в результате надвига состава локомотивом, а в дальнейшем — движения отцепа по наклонному пути;

— силы, препятствующие скатыванию отцепа и появляющиеся в результате действия упомянутых выше сопротивлений движению.

Силы, действующие на отцеп и способствующие его движению, в каждой рассматриваемой точке «К» характеризуются полной энергетической высотой h_s (см. рис. 19.4):

$$h_s = h_K + h_{v_0}, \quad (19.9)$$

где h_K — разница отметок высоты горки и данной точки, т.е.

$$h_K = H_{\Gamma} - H_K. \quad (19.10)$$

Силы сопротивления движению, действующие на отцеп, характеризуются удельной работой этих сил или потерянной энерги-

ческой высотой на протяжении l_k от вершины горки до рассматриваемой точки и обозначаемой h_ω :

$$h_\omega = h_{\omega_0} + h_{\omega_{cb}} + h_{\omega_c} + h_{\omega_k} + h_{\omega_{ch}}, \quad (19.11)$$

где $h_{\omega_0}, h_{\omega_{cb}}, h_{\omega_c}, h_{\omega_k}, h_{\omega_{ch}}$ — потерянные высоты на преодоление сил сопротивления соответственно основного, среды и ветра, от ударов на стрелках, от кривых, от снега и инея.

Разница между величинами h_s и h характеризует скоростную или остаточную энергетическую высоту, определяемую согласно рис. 19.4 по формуле:

$$h_v = h_s - h_\omega = h_k + h_{v_0} - h_\omega. \quad (19.12)$$

Скорость отцепа в каждой точке, м/с,

$$v = \sqrt{2g'h_v}. \quad (19.13)$$

Величина приведенного ускорения силы тяжести g' зависит от отношения веса вращающихся частей вагона к его полному весу, т.е. от числа осей и нагрузки, и может быть подсчитана по формуле:

$$g' = \frac{g}{1 + \gamma}, \quad (19.14)$$

где g — ускорение силы тяжести, равное $9,81 \text{ м/с}^2$; γ — коэффициент увеличения массы вагона при учете его вращающихся частей, равный $4,2n/q_{бр}$.

$$g' = \frac{9,81q_{бр}}{q_{бр} + 4,2n}, \quad (19.15)$$

где $q_{бр}$ — вес вагона брутто, кН; n — число осей.

Значения g' для вагонов различного веса приведены в табл. 19.3.

Таблица 19.3

Значения g' для вагонов различного веса

$q_{бр}$, кН	220	250	300	400	500	700 и более
g' , м/с ²	9,1	9,2	9,3	9,4	9,5	9,6

Можно решить и обратную задачу: по данной скорости найти энергетическую высоту, т.е.:

$$h_v = \frac{v^2}{2g}. \quad (19.16)$$

Например, на горбе горки энергетическая высота (в м),

$$h_{v_0} = \frac{v_0^2}{2g}, \quad (19.17)$$

где v_0 — начальная скорость ролпуска.

Таким образом, основным условием скатывания вагонов с горки должно быть неравенство

$$H_{\Gamma} + h_{v_0} \geq h_{\omega}. \quad (19.18)$$

Величина h_{ω} возрастает по мере удаления вагонов от вершины горки к расчетной точке. Если под линией MN (см. рис. 19.4)

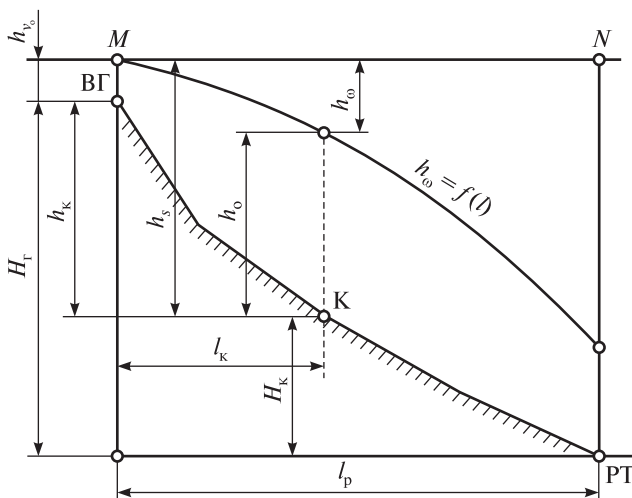


Рис. 19.4. Энергетические высоты при скатывании отцепа с горки:

ВГ — вершина горки; РТ — расчетная точка; H_{Γ} — высота горки; L_p — расчетная длина горки; h_s — полная энергетическая высота в рассматриваемой точке «К»; h_{v_0} и h_v — энергетические высоты, соответствующие начальной и конечной скоростям вагона на участке l_k ; h_k — разница отметок высоты горки (H_{Γ}) и данной точки (H_k); l_k — длина участка от вершины горки до рассматриваемой точки «К»; h_{ω} — потерянная энергетическая высота на протяжении l_k

графически изобразить постепенное изменение величины h_{ω} , то получим ломаную линию $h_{\omega} = f(l)$, характеризующую работу сил сопротивления и называемую линией энергетических высот. Она дает возможность получить для конкретных отцепов и условий скатывания скоростную энергетическую высоту h_v в любой точке. Место остановки отцепа определяется точкой пересечения линии энергетических высот с линией профиля ($h_v = 0$).

19.4. Виды сопротивлений движению вагонов при скатывании с горки и определение потерь энергетической высоты на их преодоление

При скатывании с горки вагоны преодолевают сопротивление, вызванное различными факторами.

А. *Основное сопротивление* — это сопротивление движению вагона на прямом горизонтальном пути, зависящее от величины нагрузки на ось.

Основное удельное сопротивление движению вагонов (ω_0) при скатывании их с горки рассматривается как случайная величина, распределение которой можно аппроксимировать гамма-распределением. Числовые характеристики распределения следует принимать независимо от температуры наружного воздуха применительно к весовым категориям одиночных вагонов по табл. 19.4 (для расчета высоты горки).

Таблица 19.4

Значения числовых характеристик гамма-распределения для расчета высоты горки

Вес вагона, кН	Весовая категория вагонов		Числовые характеристики распределения	
	Наименование	Обозначение	Среднее значение $\bar{\omega}_0$	Среднее квадратическое отклонение σ_{ω_0}
До 280	Легкая	Л	1,75	0,67
280—440	Легко-средняя	ЛС	1,54	0,59
440—600	Средняя	С	1,40	0,50
600—720	Средне-тяжелая	СТ	1,25	0,38
Свыше 720	Тяжелая	Т	1,23	0,35

При выполнении горочных конструктивных и технологических расчетов (кроме расчета высоты горки) значения основного удельного сопротивления движению принимаются применительно к расчетным бегунам (очень плохой — ОП, плохой — П, хороший — Х, очень хороший — ОХ) по табл. 19.5.

Таблица 19.5

Значения основного удельного сопротивления движению применительно к расчетным бегунам

Характеристики	Значения характеристик расчетных бегунов (вагонов)			
	ОП	П	Х	ОХ
Расчетный вес, кН	220	250	700	850
Основное удельное сопротивление ω_0 , Н/кН	4,5	4,0	0,8	0,5

При имитационном моделировании процесса расформирования состава случайное значение основного удельного сопротивления движению одиночного вагона (ω_0^*) в Н/кН, определяется из выражения

$$\omega_0^* = -\frac{1}{b} \ln \left(\prod_{j=1}^a R_j \right),$$

где a , b — параметры гамма-распределения; R_j — случайные числа, равномерно распределенные в интервале от 0 до 1.

Значения a и b для вагонов разных весовых категорий приведены в табл. 19.6.

Таблица 19.6

Значения параметров гамма-распределения (a и b) для вагонов разных весовых категорий

Параметры	Значения параметров для вагонов весовых категорий				
	Л	ЛС	С	СТ	Т
a	7,0	7,0	8,0	11,0	13,0
b	4,00	4,55	5,76	8,80	10,54

Б. Удельное сопротивление движению вагона (отцепы) от воздушной среды и ветра ($\omega_{св}$) в Н/кН, определяется по формулам:

— для одиночных вагонов (одновагонных отцепов)

$$\pm \omega_{\text{св}} = \frac{178 C_x S}{(273+t)q} v_{\text{от}}^2; \quad (19.19)$$

— для отцепов из нескольких вагонов

$$\pm \omega_{\text{св}} = 178 \frac{C_x S + \sum_{j=1}^n C_{\text{xx}_j} S_j}{(273+t) \sum_{j=1}^n q_j} v_{\text{от}}^2. \quad (19.20)$$

где C_x — коэффициент воздушного сопротивления одиночных вагонов или первого вагона в отцепе; C_{xx_j} — коэффициент воздушного сопротивления вагонов в отцепе, кроме первого; S, S_j — площадь поперечного сечения соответственно одиночного или первого вагона в отцепе и последующих вагонов в отцепе, м^2 ; $q, \sum_{j=1}^n q_j$ — соответственно вес вагона и отцепа из n вагонов, кН ; t — температура воздуха, $^{\circ}\text{C}$; $v_{\text{от}}$ — относительная (результатирующая) скорость вагона (отцепа) с учетом направления ветра, м/с .

Коэффициенты C_x и C_{xx_j} принимаются в зависимости от рода вагона и угла α между результирующим вектором относительной скорости $v_{\text{от}}$ и направлением скатывания отцепа по данным табл. 19.7.

Относительная скорость $v_{\text{от}}$ и угол α определяются по формулам:

$$v_{\text{от}}^2 = v^2 + v_{\text{в}}^2 \pm 2v v_{\text{в}} \cos \beta; \quad (19.21)$$

$$\alpha = \arcsin \frac{v_{\text{в}} \sin \beta}{v_{\text{от}}}, \quad (19.22)$$

где v — средняя скорость движения вагона по рассматриваемому участку, м/с ; $v_{\text{в}}$ — скорость ветра (знак «+» принимается при встречном ветре, знак «—» — при попутном), м/с ; β — угол между направлением ветра и осью участка пути, по которому движется вагон (отцеп), град.

Таблица 19.7

Значение коэффициентов C_x/C_{x_j}

Род вагона	Число осей	$S, \text{ м}^2$	Угол α между результирующим вектором относительной скорости и направлением движения отцепа, град.						
			0	10	20	30	50	70	90
Значение коэффициентов C_x/C_{x_j}									
Крытый	4	9,7	$\frac{1,12}{0,22}$	$\frac{1,46}{0,38}$	$\frac{1,64}{0,56}$	$\frac{1,58}{0,67}$	$\frac{0,92}{0,85}$	$\frac{0,29}{0,29}$	$\frac{0,10}{0,10}$
Полувагон	4	8,5	$\frac{1,36}{0,50}$	$\frac{1,68}{0,69}$	$\frac{1,83}{0,82}$	$\frac{1,76}{0,88}$	$\frac{1,11}{0,80}$	$\frac{0,43}{0,43}$	$\frac{0,10}{0,10}$
То же	8	10,7	$\frac{1,56}{0,75}$	$\frac{1,95}{0,97}$	$\frac{2,09}{1,13}$	$\frac{2,03}{1,16}$	$\frac{1,15}{0,88}$	$\frac{0,40}{0,40}$	$\frac{0,15}{0,15}$
Значение коэффициента C_x									
Платформа	4	4,1	1,51	2,02	2,30	2,23	1,30	0,40	0,10
Цистерна	4	9,8	0,59	0,82	0,96	0,96	0,56	0,19	0,05
То же	8	10,3	0,81	1,08	1,22	1,10	0,65	0,19	0,05
Хоппер	4	9,9	0,92	1,18	1,38	1,46	1,21	0,68	0,25

Если угол β не превышает 30° , то с допустимой погрешностью можно принимать

$$v_{\text{от}} = v \pm v_B; \quad \beta = \alpha / 2. \quad (19.23)$$

Величина $\omega_{\text{св}}$ принимается со знаком «—» при скорости попутного ветра, превышающей скорость скатывания вагона v . Значения средних скоростей движения расчетных бегунов по различным участкам горки принимаются по табл. 19.8.

В. Удельное сопротивление движению вагонов от снега и инея ($\omega_{\text{сн}}$) в Н/кН следует учитывать для зимних условий только в пределах стрелочной зоны и на сортировочных путях и устанавливать в зависимости от весовой категории вагонов и температуры наружного воздуха по табл. 19.9.

Дополнительное сопротивление движению вагонов от стрелок и кривых при проектировании горок не рассчитывается, а по эмпирическим формулам сразу определяется потерянная энергетическая высота, соответствующая этим видам сопротивлений.

Таблица 19.8

Значения средних скоростей движения расчетных бегунов по различным участкам горки

Расчетные участки горки	Средняя скорость движения вагонов на горках v , м/с						
	с двумя и более ТП** на спускной части				с одной ТП на спускной части		без ТП на спускной части
	ГПМ	ГБМ	ГСМ	ГММ	ГСМ	ГММ	ГММ
От ВГ* до начала I ТП**	4,5	4,2	4,0	3,5	4,5	3,5	—
От начала I ТП до начала II ТП	6,0	5,5	5,0	4,0	4,5	3,5	3,0
От начала II ТП до начала парковой тормозной позиции или башмакосбрасывателя	5,0	5,0	4,0	3,0	4,0	3,0	—
Сортировочные пути (до расчетной точки)	2,0	2,0	2,0	1,4	2,0	1,4	1,4

* ВГ — вершина горки; ** ТП — тормозная позиция.

Таблица 19.9

Значения удельного сопротивления движению вагонов от снега и инея $\omega_{\text{сн}}$ в зависимости от весовой категории вагонов и температуры наружного воздуха

Весовая категория	Дополнительное сопротивление $\omega_{\text{сн}}$, Н/кН, при температуре, °С					
	–10	–20	–30	–40	–50	–60
Легкая	0,2	0,3	0,5	0,9	1,7	3,3
Легко-средняя	0,1	0,2	0,4	0,7	1,3	2,4
Средняя	0,1	0,2	0,3	0,5	1,0	2,0
Средне-тяжелая	—	0,1	0,2	0,4	0,8	1,6
Тяжелая	—	0,1	0,2	0,3	0,7	1,5

Средняя удельная работа сил сопротивления движению вагона (потерянная энергетическая высота) в метрах энергетической высоты (м эн. в.) определяется по следующим формулам:

— для основного удельного сопротивления

$$\bar{h}_{\omega_0} = l \bar{\omega}_0 \cdot 10^{-3}; \quad (19.24)$$

— для удельного сопротивления от воздушной среды и ветра

$$h_{\omega_{\text{CB}}} = l \omega_{\text{CB}} \cdot 10^{-3}; \quad (19.25)$$

— для удельного сопротивления от снега и инея

$$h_{\omega_{\text{CH}}} = L_{\text{CH}} \omega_{\text{CH}} \cdot 10^{-3}, \quad (19.26)$$

где l — длина участка, в м; L_{CH} — расстояние от конца второй тормозной позиции до расчетной точки, на котором необходимо учитывать дополнительное сопротивление от снега и инея, в м.

Удельная работа сил сопротивления движению вагона (потеря энергетической высоты) *от кривых*, включая переводные кривые, представляет собой случайную величину, среднее значение которой в м эн. в., определяется по формуле

$$\bar{h}_{\omega_{\text{K}}} = 0,23v^2 \sum \alpha_{\text{СК}}^{0'} \cdot 10^{-3}, \quad (19.27)$$

где v — средняя скорость движения вагонов в кривых по участку, м/с; $\sum \alpha_{\text{СК}}^{0'}$ — сумма градусов углов поворота в кривых, включая стрелочные, в пределах рассматриваемого участка скатывания отцепа.

Удельная работа сил сопротивления от ударов колес на стрелочных переводах (об острия, крестовины и контррельсы) также является случайной величиной со средним значением в м эн. в.:

$$\bar{h}_{\omega_{\text{C}}} = 0,56v^2 n_{\text{C}} \cdot 10^{-3}, \quad (19.28)$$

где v и n_{C} — соответственно средняя скорость и число стрелочных переводов на участке.

При имитационном моделировании процесса расформирования составов среднее значение удельной работы сил сопротивления движению от кривых и стрелок в пределах маршрута (участка) скатывания отцепа определяется из выражения:

$$\bar{h}_{\omega_{\text{СК}}} = \left(0,56n_{\text{C}} + 0,23 \sum \alpha_{\text{СК}}^0 \right) v^2 \cdot 10^{-3}, \quad (19.29)$$

среднее квадратическое отклонение значений $h_{\omega_{\text{C}}}$

$$\sigma_{h_{\omega_{\text{СК}}}} = 0,34 \bar{h}_{\omega_{\text{СК}}}, \quad (19.30)$$

случайные значения $h_{\omega_{\text{ск}}}^*$ в пределах участка скатывания отцепа

$$h_{\omega_{\text{ск}}}^* = -0,125 \bar{h}_{\omega_{\text{ск}}} l_n \left(\prod_{j=1}^8 R_j \right), \quad (19.31)$$

где R — случайные числа, равномерно распределенные в интервале (0;1).

Поскольку средняя скорость движения вагонов по спускной части горки различна на разных участках (см. табл. 19.8), суммарные средние значения $\bar{h}_{\omega_{\text{св}}}$, $\bar{h}_{\omega_{\text{ск}}}$ определяются как сумма потерянных энергетических высот на отдельных участках:

$$\bar{h}_{\omega_{\text{св}}} = \sum_{j=1}^k \bar{h}_{\omega_{\text{св}j}}; \quad \bar{h}_{\omega_{\text{ск}}} = \sum_{j=1}^k h_{\omega_{\text{ск}j}}, \quad (19.32)$$

где k — количество расчетных участков от вершины горки до расчетной точки (обычно для расчета величины $\bar{h}_{\omega_{\text{св}}}$ $k = 4$, а для $\bar{h}_{\omega_{\text{ск}}}$ $k = 3$).

19.5. Проектирование плана горочной горловины

19.5.1. Основные требования

Основные требования к плану горочной горловины (головы) сортировочного парка сводятся к обеспечению:

- 1) наименьшей расчетной длины;
- 2) одинаковой (по возможности) удельной работы сил сопротивлений при скатывании вагонов на любой путь;
- 3) возможности размещения на прямых участках пути тормозных позиций и увеличения в перспективе количества путей в сортировочном парке.

Соблюдение указанных основных требований обеспечивает высокую перерабатывающую способность и безопасность роспуска составов, а также минимальные затраты на строительство и эксплуатацию за счет меньшей проектной высоты горки и потребной мощности тормозных средств.

Выполнение первого требования достигается: укладкой компактных симметричных стрелочных переводов марки 1/6 и глухих пересечений марки 2/6; устройством кривых сразу за хвостом крестовины; применением кривых радиусом 200 м; укладкой минимально допустимых вставок между смежными стрелочными переводами.

Выполнение второго требования обеспечивается объединением путей сортировочного парка в пучки от 3 до 8 путей в каждом. Расстояние между осями путей в подгорочном парке принимается 5,3 м, между пучками — 7,5 м с возможностью уменьшения в начале путей до 4,8 м.

С крайних пучков или 2—4 крайних путей внешних пучков сортировочного парка предусматривают выходы в обход горки с помощью укладки пошерстного стрелочного перевода марки 1/6 или перекрестного съезда. Эти выходы обеспечивают возможность отправления поездов с крайних путей или пучков в обход горки, а при необходимости — и приема поездов на крайние пути сортировочного парка, а также для передачи вагонов с части путей этого парка в предгорочный парк или на горочные вытяжные пути.

Для удобства и безопасности работы составителей на надвижной части горки от места расцепки вагонов до горба балластный слой поверху уширяется и заканчивается на расстоянии 1 м от конца шпал с каждой стороны.

19.5.2. Конструктивные элементы плана головы сортировочного парка

В пределах горочной горловины размещаются следующие конструктивные элементы: стрелочные переводы, вагонные замедлители, весомерные или измерительные участки (на автоматизированных горках), изолированные участки ГАЦ и АЗСР.

В соответствии с действующими «Правилами и нормами проектирования сортировочных устройств» горочная горловина проектируется, как правило, из симметричных стрелочных переводов марки 1/6 и рельсов типа Р65.

Для исключения перевода стрелок под движущимся отцепом их изолируют друг от друга и от тормозных позиций. Изолированный участок стрелочного перевода (см. рис. 19.5) состоит из предстрелочного участка $l_{\text{пр}}$ (от изолирующего стыка до начала острьяков) и стрелочного l_c (от начала острьяков до изолирующего стыка в конце рамного рельса).

Длина предстрелочного участка должна быть достаточной для того, чтобы за время прохода его отцепом можно было перевести стрелочный перевод:

$$l_{\text{пр}} = v_{\text{max}} (t_{\text{п}} + t_{\text{с.у}}), \quad (19.33)$$

где $v_{\max}$ — максимальная возможная скорость вагона на изолированном участке стрелочного перевода, определяемая расчетом, м/с; t_{Π} — время перевода острых стрелочного перевода, с; $t_{c.y}$ — время срабатывания устройств ГАЦ, с.

Длина предстрелочного участка $l_{\text{пр}}$ для всех стрелочных переводов принимается 6,0 м.

Схемы взаимного расположения стрелочных переводов в горочной горловине представлены на рис. 19.6.

При оборудовании горки системами ГАЦ и АРС каждое звено замедлителя также устанавливают на изолированном участке, длина которого на спускной части горки принимается: при замедлителях

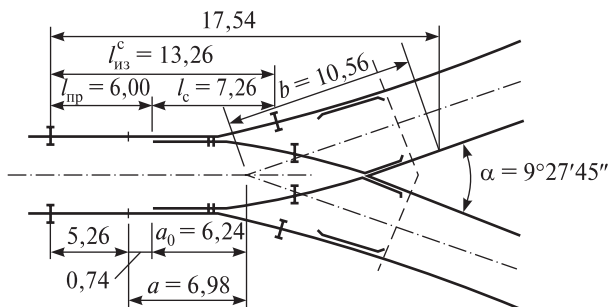


Рис. 19.5. Схема симметричного стрелочного перевода марки 1/6 из рельсов типа Р65 с указанием основных размеров в м

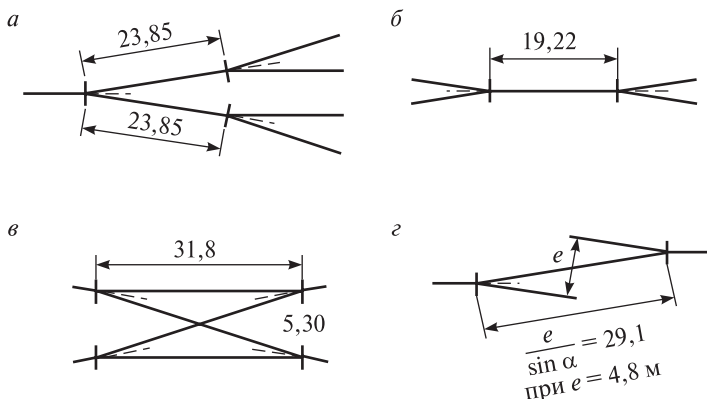


Рис. 19.6. Схемы взаимного расположения стрелочных переводов в горочной горловине

типа КВ-3, КЗ-3, ВЗПГ-3 и ВЗП-3 — 11,5 м, а при пятизвенных замедлителях типа КНП-5, ВЗПГ-5, ВЗП-5, КЗ-5 и НК-114 — 13,475 м. Эти изолированные участки входят в состав непрерывных рельсовых цепей горочной горловины, используемых для передачи заданий ГАЦ, а также для трансляции в систему АРС информации об ускорении, весовой категории и длине отцепы.

Изолированные участки стрелочных переводов и замедлителей соединяются при этом промежуточными изолированными участками, длина которых по требованиям ГАЦ должна быть не менее 4,5 м, а по условиям обеспечения необходимого интервала между смежными отцепами — не более 16 м. На подгорочных путях при АРС допускается иметь изолированные участки длиной 25 м, которые используются для контроля заполнения путей и определения расчетной скорости выхода отцепов с парковой тормозной позиции.

Для установки замедлителей на спускной части горки выделяются прямые участки, длина которых зависит от типа и числа замедлителей. При этом на первой тормозной позиции (I ТП) резервируется место для установки двух замедлителей, а на второй позиции (II ТП) — двух или трех замедлителей. Перед тормозными позициями предусматриваются прямые участки для размещения контррельсов, после ТП — для укладки направляющих башмаков, предохраняющих вагоны от схода с рельсов. Схемы взаимного расположения замедлителей и стрелочных переводов приведены на рис. 19.7. При наличии кривых прямые участки от конца кривой до замедлителя принимаются в зависимости от его типа в соответствии с рис. 19.7.

На парковой тормозной позиции обычно устанавливаются замедлители типа РНЗ-2, РНЗ-2М, ПНЗ-1, ПГЗ-03, которые размещаются на прямых участках в разбежку (со смещением 2,57 м) или в створе. Первый вариант улучшает условия очистки замедлителей от снега.

Расстояние от вершины горки (ВГ) до первой стрелки рекомендуется принимать в зависимости от системы автоматизации регулирования скорости роспуска. Парковая тормозная позиция (III ТП) размещается на расстоянии не менее 5 м от конца последней кривой на сортировочном пути. При этом желательно, чтобы III ТП размещалась в одном створе или с небольшим смещением (2,57 м) на всех путях парка или, по крайней мере, в пределах половины

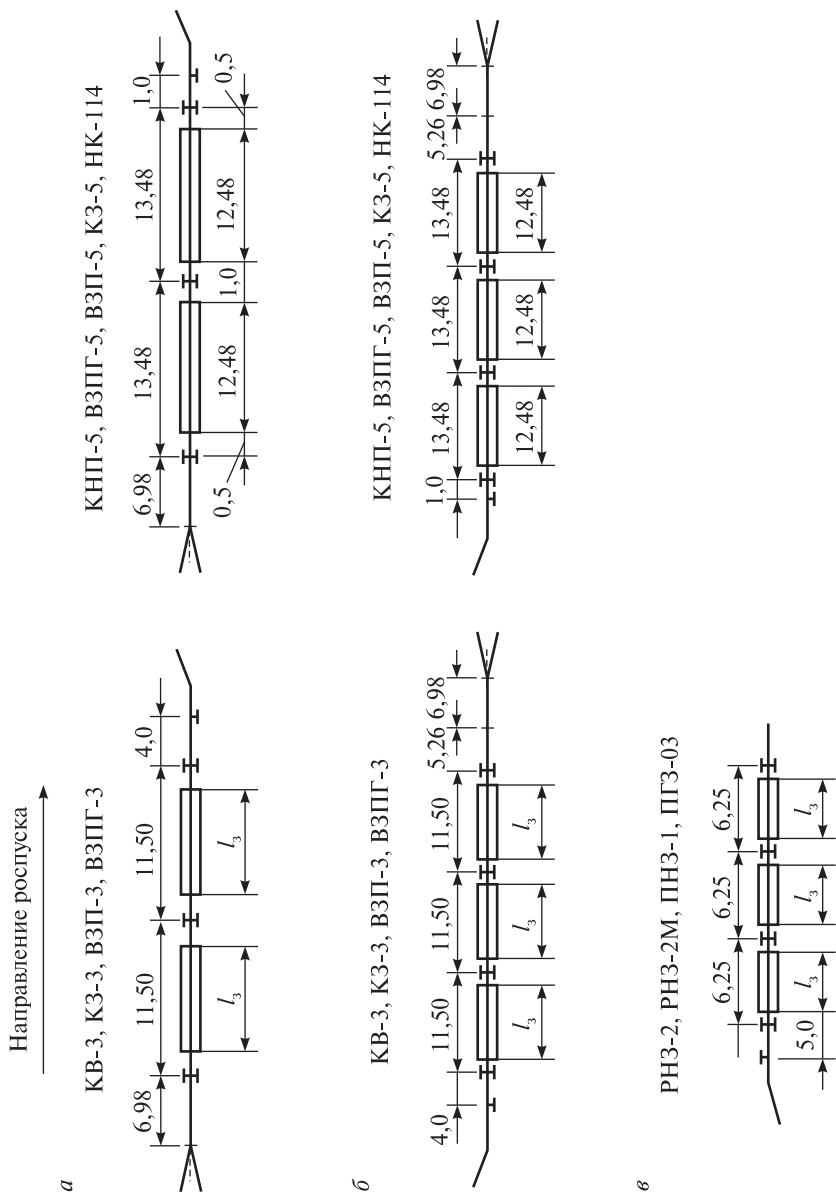


Рис. 19.7. Схемы расположения вагонных замедлителей на спускной части горки и подгорочных путях: за стрелочным переводом (а); перед стрелочным переводом (б); на подгорочных путях (в); l_3 — длина замедлителя

пучка путей. Расстояние от конца III ТП до расчетной точки (РТ) принимается 50 м¹.

Длина прямых участков для размещения тормозных позиций должна приниматься в соответствии с рис. 19.7.

19.5.3. Порядок проектирования плана головы сортировочного парка

План головы сортировочного парка рекомендуется проектировать в масштабе 1:1000. Вначале необходимо составить принципиальную схему горловины в осях путей (см. рис. 19.8), предварительно установив по табл. 19.1 число надвижных и спускных путей и разбив сортировочные пути на пучки с числом путей от 3 до 8. Во внутренних пучках рекомендуется принимать по 8 путей, а в наружных — оставшееся число путей (менее 16, но более 8), поделенное пополам². С крайних 2—4 путей необходимо предусмотреть выход в парк приема в обход горки.

Существующие типовые решения систем ГАЦ и АРС предусматривают не более шести разделительных стрелочных переводов в маршруте скатывания отцепа от вершины горки до предельного столбика сортировочного пути, равномерное распределение путей относительно первого разделительного стрелочного перевода пучка и наличие не более трех разделительных стрелочных переводов в маршруте пучка.

На принципиальной схеме (см. рис. 19.8) указываются междупутья, а также все расстояния в плане. Эти расстояния, за исключением тангенсов кривых T_1 , T_2 , T_3 , ... принимаются в зависимости от заданных типа замедлителей и системы АРС.

Длина прямых участков для размещения тормозных позиций должна устанавливаться с учетом возможности укладки на первой позиции не менее двух замедлителей принятого типа.

При двух тормозных позициях на спускной части, если верхняя из них размещается за первым разделительным стрелочным переводом, то дополнительную кривую не рекомендуется размещать

¹ По требованию заказчика этот норматив может быть увеличен.

² В реальных проектах при общем числе сортировочных путей, не кратном восьми, меньше восьми путей предусматривается в крайних пучках с учетом возможности увеличения в перспективе их числа до восьми.

перед этой позицией, так как это вызывает увеличение длины нерегулируемой зоны. Такую кривую следует располагать за первой тормозной позицией (см. рис. 19.8).

Вторые тормозные позиции смежных пучков, соединенных общим стрелочным переводом, проектируются, как правило, в створе, что обеспечивает наименьшую вероятность одновременного нахождения двух отцепов на смежных позициях, наилучшие условия построения профиля, прокладки воздухопровода и устройства котлованов под фундаменты замедлителей.

Процесс проектирования плана головы сортировочного парка заключается в подборе или расчете углов поворота кривых (углы $\gamma_1, \gamma_2, \gamma_3, \gamma_4, \gamma_5, \gamma_6$ на рис. 19.8), а также в размещении стрелочных переводов, тормозных позиций и устройств автоматики при соблюдении допускаемых радиусов кривых, ширины междупутий и других технических условий, указанных выше.

Масштабная накладка плана начинается с нанесения оси сортировочного парка (базиса) и осей путей. Для обеспечения точности масштабного плана положение осей путей находят по сумме междупутных расстояний от базиса. Углы поворота дополнительных кривых подбираются по возможности кратные стрелочным, что позволяет откладывать их по тангенсам. Вначале рекомендуется уложить верхний пучок, начиная с крайних путей, а затем внутренний пучок.

Углы поворота последних кривых на каждом пути определяют как алгебраическая сумма всех предыдущих углов поворота на стрелках и кривых, считая от начала координат. Например, применительно к схеме на рис. 19.8, последний угол поворота на 11 пути составит:

$$\alpha - \frac{\alpha}{2} + \gamma_1 + \frac{\alpha}{2} + \gamma_2 + \frac{\alpha}{2} + \gamma_3 - \frac{\alpha}{2} + \frac{\alpha}{2} + \frac{\alpha}{2}, \quad (19.34)$$

где $\alpha = 9^\circ 27' 45''$ — угол крестовины марки 1/6, а $\frac{\alpha}{2} = 4^\circ 43' 52,5''$.

Необходимо, по возможности, избегать в плане S-образных (обратных) кривых, так как они увеличивают сопротивление движению, вызывают повышенный износ пути и подвижного состава, и, кроме того, ухудшают видимость при маневрах.

При определении углов поворота в плане горочной горловины путем подбора для проверки точности масштабного проектирова-

ния и разбивки плана на местности производят координирование основных точек плана. Рассчитываются следующие основные точки: центры стрелочных переводов, вершины углов поворота и вершина горки.

Координирование ведется в прямоугольной системе координат. При симметричных планах можно принять за ось X продольную ось сортировочного парка, а за ось Y — перпендикуляр к ней, проходящий через центр перекрестного съезда или первого разделительного стрелочного перевода, расположенного на базисе.

Для расчета координат на проектном плане должны быть занумерованы все элементы плана, подлежащие координированию, и выписаны все междупутья, длины прямых и элементы кривых (угол поворота кривой, радиус кривой, тангенс кривой, длина кривой) до расчетной точки каждого пути.

Приращение координат на каждом участке определяется по формулам:

$$\Delta x_j = l_j \cos \beta_j; \quad \Delta y_j = l_j \sin \beta_j, \quad (19.35)$$

а координаты точек — из выражений

$$x_j = x_{j-1} + \Delta x_j; \quad y_j = y_{j-1} + \Delta y_j, \quad (19.36)$$

где l_j — расстояние между предыдущей точкой ($j - 1$) и текущей точкой j , м; β_j — угол наклона отрезка l_j к базису, равный алгебраической сумме всех предыдущих углов поворота на стрелках и кривых, считая от начала координат.

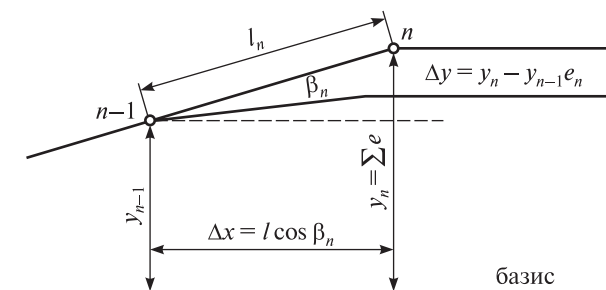


Рис. 19.9. Схема к расчету координат вершины угла поворота на крайнем пути сортировочного парка:

n — последняя вершина угла поворота на рассматриваемом пути; l_n — длина отрезка от точки n до $n-1$; β_n — угол наклона отрезка l_n к базису; e_n — величина междупутья

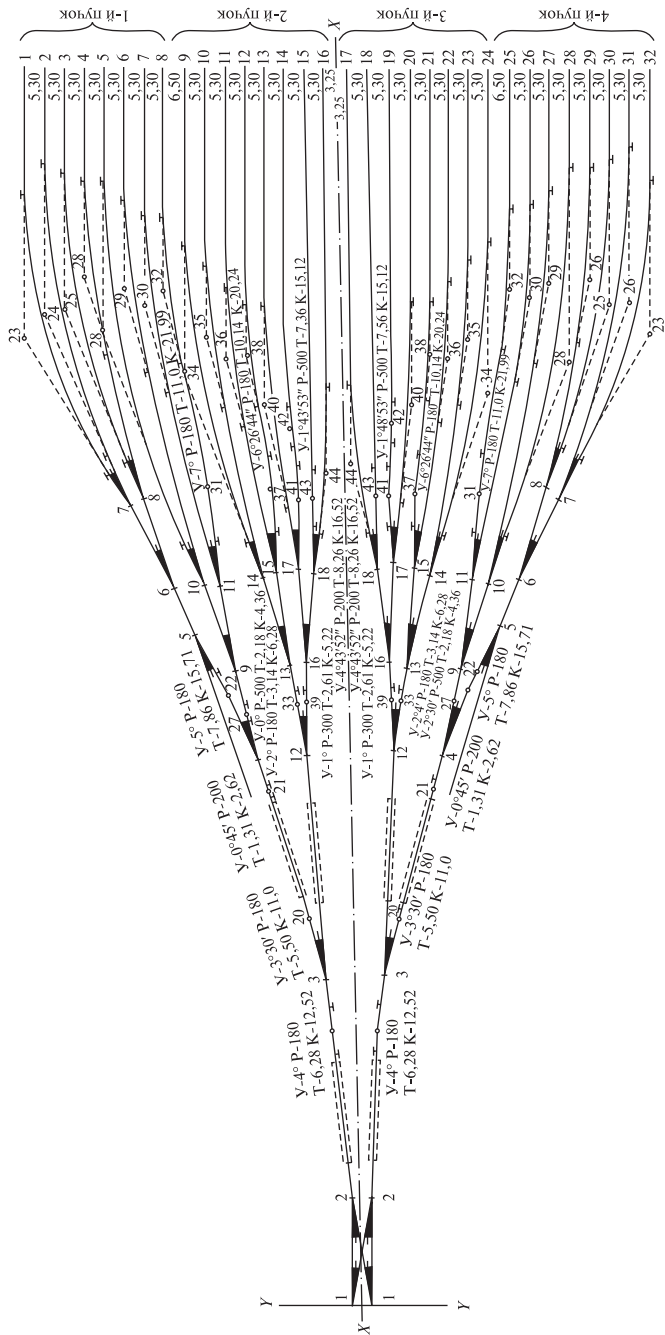


Рис. 19.10. Пример плана головы сортировочного парка на 32 пути

Координаты последней вершины угла поворота на каждом пути — точки n — определяются из условия, что известными являются координаты точки $n-1$ (см. рис. 19.9), величина $y_n = \sum e$ и значение β_n , полученное как алгебраическая сумма всех предыдущих углов поворота.

Тогда

$$l_n = \frac{\Delta y_n}{\sin \beta_n} = \frac{y_n - y_{n-1}}{\sin \beta_n} \quad (19.37)$$

и, следовательно,

$$\Delta x_n = l_n \cos \beta_n; \quad x_n = x_{n-1} + \Delta x_n. \quad (19.38)$$

После определения величины l_n необходимо проверить соблюдение условия $l_n \geq b + T$, где b — расстояние от центра стрелочного перевода до корня крестовины, $b = 10,56$ м; T — тангенс кривой, радиус которой R должен быть не менее 200 м, $T = R \operatorname{tg} \frac{\beta_n}{2}$.

Если условие $l_n \geq b + T$ при $R = 200$ м не выполняется, необходимо изменить план, уменьшив предыдущий угол поворота.

Проектирование плана горочных горловин сортировочных парков ведется в настоящее время с использованием ЭВМ для расчета или подбора углов поворота пучков и координат основных точек плана.

Пример плана головы сортировочного парка приведен на рис. 19.10.

19.6. Определение высоты и проектирование продольного профиля спускной части горки

Для расчета высоты сортировочной горки необходимо установить:

- весовую категорию вагона (обычно легкая);
- температуру окружающей среды для зимних условий работы горки;
- скорость встречного ветра;
- план трудного пути;
- расчетную скорость роспуска составов.

В действующих правилах проектирования сортировочных устройств различают расчетную H_p и конструктивную H_k высоту сортировочной горки.

Расчетная высота сортировочной горки H_p определяется из условия докатывания расчетного бегуна (чаще всего легкой весовой категории) до расчетной точки *трудного* пути при неблагоприятных условиях по формуле

$$H_p = 1,75 \left(\bar{h}_{\omega_0} + \bar{h}_{\omega_{cb}} + \bar{h}_{\omega_{ck}} \right) + h_{\omega_{ch}} - h_{\omega_0}, \quad (19.39)$$

где 1,75 — мера отклонения расчетного значения суммы в скобках от ее среднего значения; $\bar{h}_{\omega_0}, \bar{h}_{\omega_{cb}}, \bar{h}_{\omega_{ck}}$ — средние значения потерянной энергетической высоты на преодоление сопротивлений движению соответственно основного, воздушной среды и ветра, стрелок и кривых на участке от ВГ до РТ, м; $h_{\omega_{ch}}$ — потерянная энергетическая высота на преодоление сопротивления от снега и инея в стрелочной зоне и на подгорочных путях, м; h_{v_0} — энергетическая высота, соответствующая расчетной скорости роспуска.

Значения $\bar{h}_{\omega_0}, \bar{h}_{\omega_{cb}}, \bar{h}_{\omega_{ck}}, h_{\omega_{ch}}$ определяются по формулам (19.24) — (19.26), (19.29), причем суммарные значения $\bar{h}_{\omega_{cb}}, \bar{h}_{\omega_{ck}}$ определяются в соответствии с выражениями (19.32).

Энергетическая высота, соответствующая расчетной скорости роспуска v_0 определяется из выражения.

$$h_{v_0} = \frac{v_0^2}{2g_r}. \quad (19.40)$$

Трудный путь устанавливается по наибольшему значению суммарной удельной работы всех действующих сил сопротивления движению расчетного бегуна — $\max \sum_i h_{\omega_i}$, где i — вид сопротивления. Расчет $\sum_i h_{\omega_i}$ выполняется по каждому сортировочному пути. Путь, имеющий минимальное значение $\sum_i h_{\omega_i}$, будет легким.

Подставляя значения отдельных элементов для трудного пути в формулу (19.39), получим значение расчетной высоты горки H_p :

$$H_p = 1,75 \left[L_p \bar{\omega}_o + \sum_{j=1}^k \left(l_j \bar{\omega}_{cb_j} + 0,56 v_j^2 n_{c_j} + 0,23 v_j^2 \sum \alpha_{ck}^0 \right) \right] \cdot 10^{-3} +$$

$$+ L_{ch} \bar{\omega}_{ch} \cdot 10^{-3} - \frac{v_0^2}{2g'}, \quad (19.41)$$

где L_p — расчетная длина горки, то есть расстояние от ВГ до РТ по трудному пути.

Полученное значение расчетной высоты горки H_p сравнивается с конструктивной высотой H_k , определяемой как сумма профильных высот отдельных элементов спускной части горки (для трудного пути):

$$H_k = \sum_{j=1}^n l_j i_j \cdot 10^{-3}. \quad (19.42)$$

Расчетная схема продольного профиля спускной части горки при двух тормозных позициях на спускной части представлена на рис. 19.11, допустимые величины уклонов отдельных элементов профиля — в табл. 19.10.

Таблица 19.10

Допустимые величины уклонов отдельных элементов профиля спускной части горки при двух тормозных позициях

Наименование элемента профиля	Обозначение длины элемента	Допустимая величина уклона i , ‰	Примечание
1. Первый скоростной i_{ck1}	l_{ck1}	До 50	
2. Второй скоростной i_{ck2}	l_{ck2}	От $i_{т1}$ до i_{ck1}	$i_{ck1} - i_{ck2} \leq 25‰$
3. I ТП $i_{т1}$	$l_{т1}$	От 12 до i_{ck1}	
4. Промежуточный $i_{пр}$	$l_{пр}$	От $i_{т2}$ до $i_{т1}$	
5. II ТП $i_{т2}$	$l_{т2}$	Не менее 7	В холодных зонах не менее 10 ‰
6. Стрелочная зона $i_{с.з}$	$l_{с.з}$	1—2	Допускается до 2,5 ‰
7. Сортировочные пути до III ТП $i_{с.п1}$	$l_{с.п1}$	1—2	На прямых до 1,5 ‰
8. III ТП $i_{т3}$	$l_{т3}$	В кривой до 2, на прямой до 1,5	
9. Сортировочные пути от III ТП до РТ $i_{с.п2}$	$l_{с.п2}$	0,6	

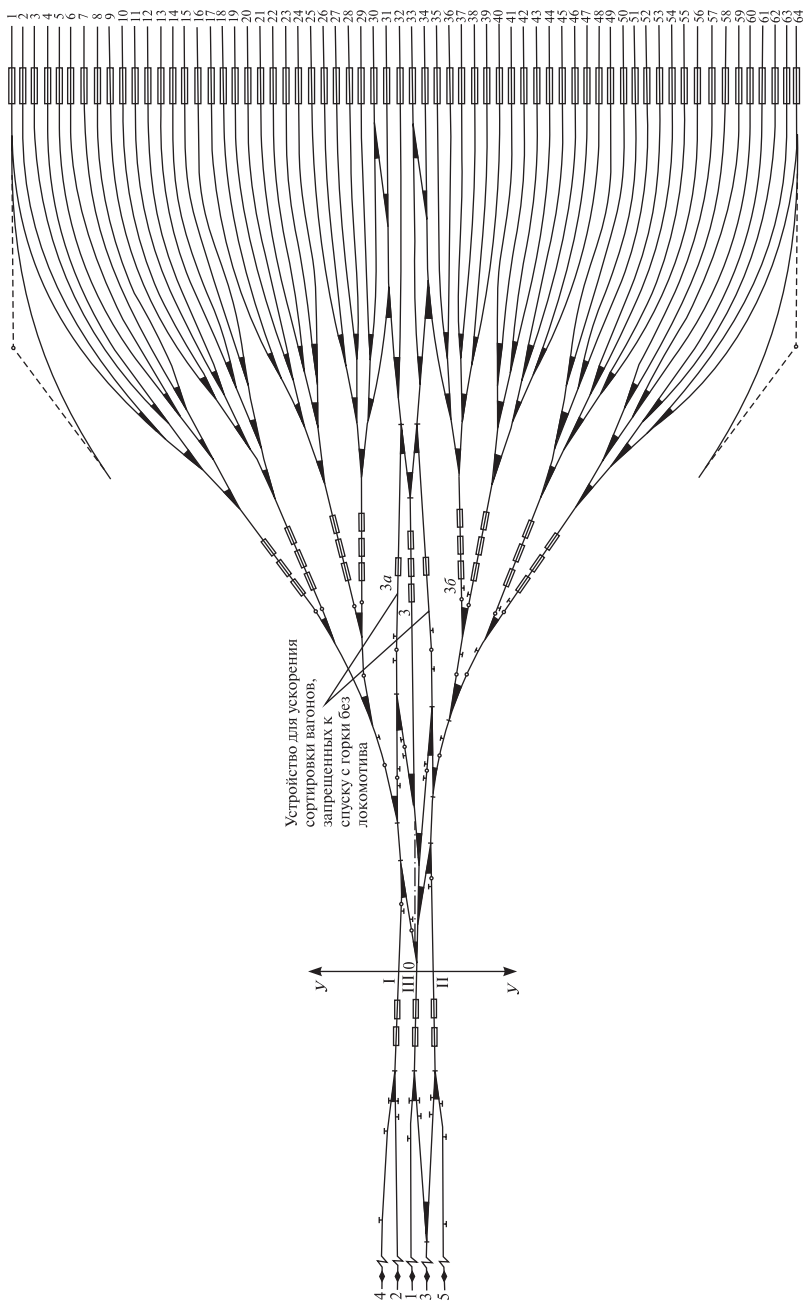


Рис. 19.11. Пример плана горочной горловины для горки большой мощности на 64 пути с тремя спусковыми путями

Длины l отдельных элементов профиля принимаются с таким расчетом, чтобы сопрягающие вертикальные кривые находились вне пределов вагонных замедлителей, остряков и крестовин стрелочных переводов. Расстояние от концов указанных устройств до точек перелома профиля должно быть не менее тангенса вертикальной кривой, определяемого для спускной части (при радиусе 250 м) по формуле, м,

$$T_B = 0,125 \Delta i, \quad (19.43)$$

где Δi — разность сопрягаемых уклонов, ‰.

Конструктивная высота горки H_K в общем случае может быть представлена (см. рис. 19.12) как сумма трех профильных высот расчетных участков: головного (от вершины горки до точки 7) h_1 , среднего (от точки 7 до точки 5) h_2 и нижнего (от точки 5 до РТ) h_3 , т.е.

$$H_K = h_1 + h_2 + h_3. \quad (19.44)$$

Профильная высота h_1 головного участка горки определяется из условия входа на второй¹ замедлитель I ТП первой колесной пары расчетного бегуна ОХ при благоприятных условиях скатывания с максимально допустимой для принятого типа замедлителя скоростью v_{BX} (см. табл. 19.10). Поскольку энергетические высоты рассчитываются по центру тяжести вагона, точка 7 должна отстоять от начала второго замедлителя I ТП на половину базы полувагона (примерно на 5,5 м), а точка 5 на столько же от начала первого замедлителя II ТП.

Из рис. 19.12 видно, что

$$h_1 + h_{v_0}^{OX} = h_{v_{BX}}^{OX} + h_{\omega 1}^{OX}, \quad (19.45)$$

откуда

$$h_1 = h_{v_{BX}}^{OX} - h_{v_0}^{OX} + h_{\omega 1}^{OX}, \quad (19.46)$$

или в развернутом виде

¹ Принимается наиболее неблагоприятный случай, когда первый замедлитель I ТП выключен для ремонта.



$$h_1 = \frac{v_{\text{вх}}^2 - v_0^2}{2g'_{\text{ох}}} + l_1 \left(\omega_0^{\text{ох}} \pm \omega_{\text{св1}}^{\text{ох}} \right) \cdot 10^{-3} + \left(0,56n_1 + 0,23 \sum \alpha_{\text{ск1}}^0 \right) v_1^2 \cdot 10^{-3}, \quad (19.47)$$

где l_1 — расстояние от ВГ до точки 7, м; $\omega_0^{\text{ох}}$ — основное удельное сопротивление ОХ, Н/кН; $\omega_{\text{св1}}^{\text{ох}}$ — сопротивление воздушной среды для ОХ при попутном ветре при скорости движения вагона v_1 на участке от ВГ до I ТП (см. табл. 19.8); n_1 — число стрелочных переводов на участке l_1 ; $\sum \alpha_{\text{ск1}}^0$ — сумма градусов углов поворота на кривых, включая стрелочные, на участке l_1 .

Для получения профильных высот h_2 и h_3 первоначальные значения уклонов участков № 3, 4 и 5 (см. табл. 19.10) могут быть приняты минимальными (12; 7 и 7 ‰), участков № 6, 7 и 8 — максимально допустимыми (2; 1,5 и 1,5 ‰).

Суммируя профильные высоты элементов, начиная от расчетной точки, получим выражение конструктивной высоты горки:

$$H_{\text{к}} = h_1 + (12l'_{\text{т1}} + 7l_{\text{пр}}) \cdot 10^{-3} + \left[7l_{\text{т2}} + 2l_{\text{с3}} + 1,5(l_{\text{сп1}} + l_{\text{т3}}) + 0,6l_{\text{сп2}} \right] \cdot 10^{-3}, \quad (19.48)$$

где $l'_{\text{т1}}$ — расстояние от точки 7 до конца уклона I ТП, м.

Подставляя значения длин отдельных элементов из развернутого плана трудного пути, получим первоначальное значение $H_{\text{к}}$, которое сравниваем с величиной $H_{\text{р}}$.

Если $H_{\text{к}} = H_{\text{р}}$ (что маловероятно), то высота горки и первоначальный профиль среднего и нижнего участков могут быть приняты окончательно; остается определить уклоны и длины первого и второго скоростных элементов. При этом первый скоростной участок желательно проектировать по возможности более крутым — до 50 ‰, длиной между тангенсами вертикальных сопрягающих кривых не менее 20 м (то есть $l_{\text{ск1}} \geq 30$ м). Приняв $i_{\text{ск1}}$ и $l_{\text{ск1}}$ можно определить $i_{\text{ск2}}$, ‰

$$i_{\text{ск2}} = \frac{10^3 h_1 - l_{\text{ск1}} i_{\text{ск1}} - l'_{\text{т1}} i_{\text{т1}}}{l_{\text{ск2}}}, \quad (19.49)$$

где $l'_{\text{т1}}$ — расстояние от точки перелома профиля до точки 7 (см. рис. 19.12).

Если $i_{\text{ск1}} - i_{\text{ск2}} \leq 25 \text{ ‰}$, расчет заканчивается. Если $i_{\text{ск1}} - i_{\text{ск2}} > 25 \text{ ‰}$, то возможны следующие решения:

- 1) уменьшение $i_{\text{ск1}}$ или $l_{\text{ск1}}$;
- 2) уменьшение $H_{\text{к}}$ до величины не менее $H_{\text{р}}$ за счет h_1 , т.е. за счет снижения скорости входа ОХ при благоприятных условиях скатывания на I ТП.

Второе решение является нежелательным, т.к. увеличивает время скатывания отцепов, поэтому следует принять новое значение первого скоростного уклона $i'_{\text{ск1}}$, чтобы выполнялось условие $i'_{\text{ск1}} - i'_{\text{ск2}} = 25 \text{ ‰}$. Новые значения скоростных уклонов определяются следующим образом.

Сохраняя высоту скоростного участка равной $h_1 - i_{\text{т1}} l'_{\text{т1}} \cdot 10^{-3}$, можно записать равенство

$$i'_{\text{ск1}} i'_{\text{ск2}} + (i'_{\text{ск1}} - 25) l_{\text{ск2}} = 10^3 h_1 - i_{\text{т1}} l'_{\text{т1}}, \quad (19.50)$$

откуда

$$i'_{\text{ск1}} = \frac{10^3 h_1 - i_{\text{т1}} l'_{\text{т1}} + 25 l_{\text{ск2}}}{l_{\text{ск1}} + l_{\text{ск2}}}, \quad (19.51)$$

где $i'_{\text{ск2}} = i'_{\text{ск1}} - 25$.

Если конструктивная высота горки оказалась меньше расчетной ($H_{\text{к}} < H_{\text{р}}$), то увеличить ее проще всего за счет изменения начального значения h_2 до величины

$$h'_2 = h_2 + H_{\text{р}} - H_{\text{к}}, \quad (19.52)$$

для чего следует увеличить $i_{\text{т1}}$ и $i_{\text{пр}}$.

Задавшись новым значением уклона первой тормозной позиции $i'_{\text{т1}}$, можно подсчитать необходимую величину промежуточного уклона

$$i'_{\text{пр}} = \frac{10^3 (h_2 + H_{\text{р}} - H_{\text{к}}) - i'_{\text{т1}} l''_{\text{т1}}}{l_{\text{пр}}}, \quad (19.53)$$

после чего перейти к определению значений скоростных уклонов $i_{\text{ск1}}$ и $i_{\text{ск2}}$. Приняв значение $i_{\text{ск1}}$ (до 50 ‰), определим величину $i_{\text{ск2}}$

$$i_{\text{ск2}} = \frac{10^3 h_1 - i_{\text{ск1}} l_{\text{ск1}} - i'_{\text{т1}} l'_{\text{т1}}}{l_{\text{ск2}}}. \quad (19.54)$$

Если $i_{\text{ск1}} - i_{\text{ск2}} \leq 25 \text{ ‰}$, то на этом расчет заканчивается, в противном случае необходимо уменьшить значение $i_{\text{ск1}}$ в соответствии с формулой (19.51), после чего $i'_{\text{ск2}}$ будет равен $i'_{\text{ск1}} - 25$.

При начальном значении $H_{\text{к}}$, значительно меньшим $H_{\text{р}}$, увеличить его можно за счет одновременного повышения величин h_2 и h_3 . Последнее достигается увеличением уклона второй тормозной позиции $i_{\text{т2}}$. При этом необходимо, чтобы новые значения h_2 и h_3 обеспечивали потребное увеличение $H_{\text{к}}$

$$h_2 + h_3 = H_{\text{р}} - h_1, \quad (19.55)$$

Если окажется, что $H_{\text{к}} > H_{\text{р}}$, то ее можно снизить за счет уменьшения уклонов элементов продольного профиля после второй тормозной позиции вплоть до минимально допустимых значений, а если этого окажется недостаточно, то дополнительно уменьшить высоту первого участка h_1 за счет снижения скорости входа ОХ на I ТП при благоприятных условиях скатывания. После уменьшения значения h_1 необходимо определить окончательные величины скоростных уклонов $i_{\text{ск1}}$ и $i_{\text{ск2}}$.

После уточнения $H_{\text{к}}$ оформляется окончательный продольный профиль спускной части горки: определяются отметки всех точек перелома профиля относительно отметки расчетной точки, принимаемой за ноль; еще раз уточняется положение точек перелома относительно вагонных замедлителей, остряков и крестовин стрелочных переводов; на масштабной сетке под развернутыми планами трудного и легкого путей наносятся отметки точек перелома и соединяются между собой жирной линией; проверяется правильность расчета профиля по условию

$$\sum_j l_j i_j \cdot 10^{-3} = H_{\text{к}}. \quad (19.56)$$

После изложенного расчета требуемого продольного профиля при скатывании вагонов на *трудный путь* сортировочного парка, рассчитывают продольный профиль при скатывании вагонов на *легкий путь*. При этом параметры профиля от вершины горки до

конца I ТП те же, что и при скатывании на трудный путь, а остальную часть продольного профиля корректируют исходя из допустимых значений уклонов отдельных элементов. Если при этом сумма профильных высот всех участков от вершины горки до расчетной точки легкого пути $H_{\text{к}}^{\text{л}}$ получится больше расчетной высоты для этого пути $H_{\text{р}}^{\text{л}}$, то окончательно принимают высоту горки для легкого пути равной конструктивной высоте $H_{\text{к}}^{\text{л}}$. Это несколько увеличит пробег вагона расчетной весовой категории за расчетную точку легкого пути.

19.7. Проектирование профиля надвижной и перевальной частей горки

Профиль надвижной части горки должен обеспечивать:

- трогание с места и интенсивный разгон полновесного состава при нахождении первого вагона у вершины горки;
- создание необходимого нажатия сцепных приборов для расцепки вагонов;
- благоприятные условия для эффективного применения переменной скорости роспуска составов.

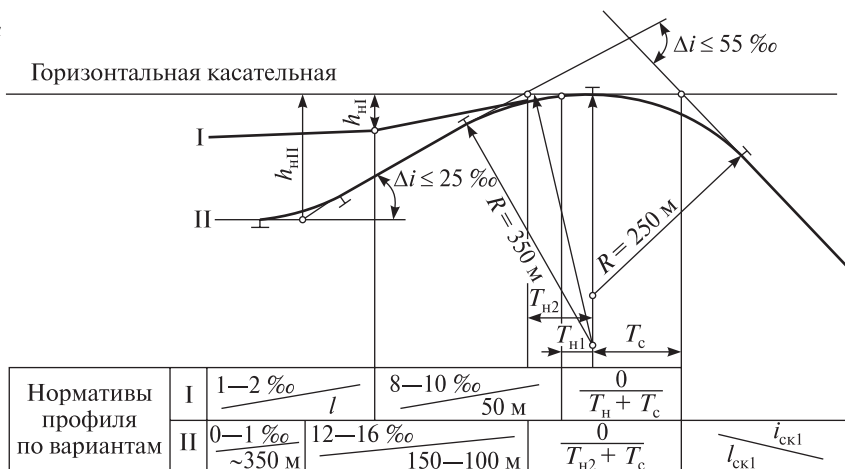
Профиль перевальной части (горба) горки должен исключать возможность саморасцепа вагонов на горке, что достигается ограничением суммарной крутизны сопрягаемых уклонов ее надвижной и спускной частей величиной 55 ‰. Если это условие не соблюдается, на надвижной части непосредственно перед вершиной горки предусматривается разделительный элемент, располагаемый на подъеме 5 ‰, длиной не менее 10 м между тангенсами смежных вертикальных кривых.

Варианты профиля надвижной и перевальной частей без разделительного элемента представлены на рис. 19.13, а, а с разделительным элементом — на рис. 19.13, б. Величина l на рис. 19.13, б — это расстояние до первого стрелочного перевода предгорочной горловины.

Предгорочная горловина и пути парка приема проектируются на площадке или уклоне 1 ‰ в сторону горки, что облегчает трогание составов с места при надвиге.

Радиусы вертикальных кривых при сопряжении элементов профиля на горке должны быть 350—400 м в сторону надвижной части

а



б

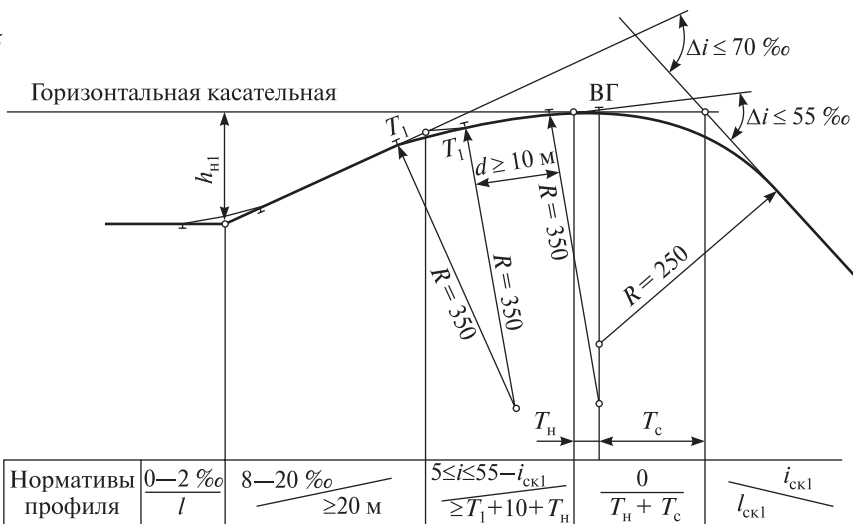


Рис. 19.13. Профиль надвижной и перевальной частей горки: без разделительного элемента (а); с разделительным элементом (б)

и 250—300 м в сторону спускной части. Сопрягающие кривые должны размещаться вне пределов острьяков и крестовин стрелочных переходов.

Минимально допустимые значения радиусов вертикальных кривых определяются условиями прохода вагонов с неблагоприятными параметрами (в частности, рефрижераторных) в сцепленном состоянии без повреждения автосцепного устройства или конструкции вагона. Увеличение радиуса вертикальной кривой спускной части в зоне вершины горки ухудшает условия отделения вагонов от состава и вызывает нарушения технологии роспуска составов.

Запроектировав профиль надвижной и перевальной частей, необходимо проверить возможность трогания полновесного состава длиной L_c с места при нахождении первого вагона у вершины горки. Для этого определяется средний уклон надвижной части на протяжении L_c от вершины горки, %о:

$$i_{cp} = \frac{1}{L_c} \sum_{k=1}^n i_k l_k, \quad (19.57)$$

где i_k и l_k — соответственно уклоны (в %о) и длины (в метрах) элементов профиля надвижной части.

Допустимый уклон по условию трогания состава с места определяется по формуле:

$$i_{тр} \leq \frac{F_k - P\omega_{тр} - Q\omega_{тр}}{P + Q} - \omega_c - \omega_k, \quad (19.58)$$

где F_k — касательная сила тяги локомотива при трогании с места, Н; P , Q — вес соответственно горочного локомотива и состава, кН; $\omega_{тр}$ — удельное сопротивление подвижного состава при трогании с места, Н/кН; ω_c , ω_k — удельное сопротивление движению состава от стрелок и кривых на протяжении L_c , Н/кН.

Величина $\omega_{тр}$ определяется согласно Правилам тяговых расчетов по формуле $\omega_{тр} = 28/(q_0 + 7)$, где q_0 — нагрузка на ось, тс (кН).

Удельное сопротивление от стрелок и кривых в выражении (19.58) рассчитывается по формулам:

$$\omega_c = \frac{0,005n_c}{L_c} \cdot 10^3; \quad \omega_k = \frac{0,002 \sum \alpha_{ск}}{L_c} \cdot 10^3, \quad (19.59)$$

где n_c — количество стрелочных переводов (обычно марки 1/9) на протяжении L_c , начиная от вершины горки в сторону парка приема по тому из путей

надвига, который имеет большее значение n_c ; $\sum \alpha_{ск}$ — сумма углов поворота на кривых и стрелках по этому же пути на протяжении L_c , град.

Касательная сила тяги и вес маневровых локомотивов, используемых на горках, приведены в табл. 19.11.

Если $i_{ср} \leq i_{тр}$, то запроектированный профиль надвижной части удовлетворяет требованию трогания состава с места; в противном случае необходимо уменьшить крутизну и (или) длину отдельных элементов профиля в пределах норм, указанных на рис. 19.13.

Таблица 19.11

Значения касательной силы тяги и веса маневровых локомотивов, используемых на горках

ЛОКОМОТИВ параметр	ТГМ3	ТГМ6	ЧМЭ2	ЧМЭ3	ТЭМ1	ТЭМ2	ТЭМ7	ТЭМ18
F_k , Н	$22,4 \cdot 10^4$	$30 \cdot 10^4$	$22,2 \cdot 10^4$	$36,9 \cdot 10^4$	$36 \cdot 10^4$	$36 \cdot 10^4$	$54 \cdot 10^4$	$31,9 \cdot 10^4$
P , кН	680	900	740	1230	1220	1260	1800	1236

19.8. Расчет мощности тормозных средств на горке

19.8.1. Назначение и характеристика тормозных средств, применяемых на горках

Поскольку удельное сопротивление движению вагонов различно, скорость отцепов, скатывающихся с горки, не одинакова. Если впереди идущий отцеп следует с меньшей скоростью, чем отцеп, скатывающийся за ним, интервал между отцепами будет уменьшаться. При уменьшении его до такой величины, что между последовательно скатывающимися отцепами нельзя будет перевести разделительную стрелку, вагоны будут следовать на пути других назначений и потребуются дополнительная маневровая работа по перестановке их на пути своего назначения.

Для нормальной работы сортировочной горки необходимо соблюдать минимальные интервалы на разделительных стрелках, чтобы, пропустив впереди идущий вагон, перевести за ним стрелку для вагона, идущего вслед на другой путь. Кроме того, при подходе к вагонам на подгорочных путях скорость отцепа не должна превышать допустимой скорости соударения во избежание повреждения вагонов и грузов. В связи с этим появляется необходимость ре-

гулирования скорости скатывания отцепов с горки, которое осуществляется с помощью тормозных средств, в качестве которых используют вагонные замедлители.

При сортировке вагонов с горки требуется торможение двух видов — интервальное и прицельное (целевое). *Интервальное торможение* служит для обеспечения необходимых интервалов между отцепами для безопасного прохождения их по стрелочным переводам и тормозным позициям на спускной части горки. *Прицельное торможение* обеспечивает регулирование скорости движения отцепов в зависимости от расстояния, которое они должны пройти в подгорочном парке.

Вагонные замедлители являются одним из ответственных сложных исполнительных механизмов на сортировочных горках. Они представляют собой специальное тормозное устройство, вмонтированное в путь, уложенный на спускной части сортировочных горок. Основным назначением замедлителей является механизация процессов торможения вагонных отцепов на сортировочных горках с целью замены ручного труда регулировщиков скорости движения вагонов.

Все находящиеся в эксплуатации на сортировочных горках отечественных железных дорог вагонные замедлители можно классифицировать по следующим признакам:

- по кинематической схеме: клещевидно-весовые, клещевидно-нажимные, клещевидно-нажимные подъемные;
- по роду привода (все — балочные): пневматические, гидравлические, пневмогидравлические, электродинамические, точечные;
- по конструкции: двухрельсовые, однорельсовые.

В настоящее время на сортировочных горках российских железных дорог эксплуатируются следующие модели балочных вагонных замедлителей: КВ-3, КНП-5, РНЗ-2, РНЗ-2М, ВЗПГ-3, ВЗПГ-5, ПНЗ-1, ПГЗ-03, КЗ-3, КЗ-5, ВЗП-3, ВЗП-5, НК-114. Необходимые для расчета тормозных средств и проверки профиля горки данные о типах замедлителей приведены в табл. 19.12.

У нажимных замедлителей сила торможения зависит от степени давления сжатого воздуха в цилиндрах. У весовых замедлителей сила нажатия шин на колеса устанавливается автоматически с помощью силовой системы замедлителей в зависимости от веса тормозимого вагона.

Таблица 19.12

Технико-технологические параметры вагонных замедлителей

Параметры	Тип замедлителя												ПГЗ-03 одно- рельсо- вый
	КВ-3	КНП-5	ВЗПГ-3	ВЗПГ-5	ВЗП-3	ВЗП-5	КЗ-3	КЗ-5	НК-114	РНЗ-2	РНЗ-2М	ПНЗ-1	
Назначение*	Г	Г	Г	Г	Г	Г	Г	Г	Г	П	П	П	П
Длина, м	7,60	12,475	7,90	12,475	7,90	12,475	7,925	12,475	12,475	3,60	3,60	3,60	2,70
Масса (без рельсов и шпальных брусьев), т	33,0	34,8	13,0	23,0	17,0	25,0	17,0	28,0	32,0	6,5	7,3	5,5	3,5
Мощность, м	1,0	1,2	1,0	1,3	0,8	1,4	1,0	1,4	1,40	0,35	0,45	0,25	0,22
Время срабатывания, с: при затормаживании при отгормаживании	0,6 0,7	0,8 1,2	0,7 0,6	0,7 0,6	0,8 1,0	1,0 1,0	0,8 0,7	0,8 0,7	0,8 1,0	0,7 0,6	0,7 0,6	0,7 0,6	— 0,2
Скорость входа, м/с	7,0	7,0	8,0	8,0	8,5	8,5	8,0	8,0	8,0	6,0	6,0	6,0	6,0
Тип рельса	Р65	Р50, Р65	Р50, Р65	Р50, Р65	Р65	Р65	Р65	Р65	Р65	Р50	Р65	Р65	Р65
Расход воздуха на 1 срабатывание, м³	1,72	1,5	0,40	0,60	0,70	1,05	0,80	1,28	0,60	0,20	0,18	0,10	—
Минимальный радиус кривой, м	—	—	—	—	—	—	—	—	—	140	140	140	140

* Г — горочный (для спускной части горки); П — парковый.

Показателем работоспособности замедлителей является фактически реализуемая их тормозная мощность. Под тормозной мощностью понимается погашаемая энергетическая высота движущегося отцепа (т.е. работа торможения, отнесенная к единице веса вагона). В качестве единицы измерения тормозной мощности принят один метр энергетической высоты (м эн.в.).

На механизированных и автоматизированных горках сети железных дорог общего пользования реализуется технология интервально-прицельного регулирования скорости отцепов. В соответствии с ней горки оборудуют тормозными позициями (ТП), которые располагают, как правило, перед разделительной стрелкой, ведущей на разные пучки (I ТП), за этой разделительной стрелкой перед пучками путей (II ТП) и в начале парковых путей (III ТП).

Основное назначение горочных тормозных позиций — поддержание требуемых временных интервалов между скатывающимися с горки отцепами, достаточных для перевода соответствующих стрелочных переводов, и реализация расчетных скоростей отцепов на выходе из этих позиций, обеспечивающих подход к III ТП со скоростью не выше 6 м/с.

Парковые тормозные позиции должны обеспечивать скорости отцепов, достаточные для того, чтобы, во-первых, они докатились до расчетной точки, а во-вторых, чтобы скорость соударения отцепов в парке не превышала 5 км/ч (1,4 м/с).

В соответствии с этой технологией горочные тормозные позиции оборудуются балочными вагонными замедлителями тяжелого типа. Замедлители II ТП, расположенные перед пучками путей, выполняют основной объем тормозной работы, так как здесь осуществляется не только интервальное, как на I ТП, но и прицельное торможение.

Замедлители на II ТП, особенно при большой высоте горок, выполняют объем тормозной работы в 2—3 раза больше, чем на III ТП. Скорость входа на замедлители II ТП достигает 7 м/с и более, тогда как на III ТП — обычно не более 6 м/с.

Во избежание нарушения нормального роспуска отцепов при ремонте замедлителей на всех тормозных позициях следует предусматривать не менее двух замедлителей.

19.8.2. Определение потребной мощности тормозных средств

Определяемая при проектировании сортировочных устройств расчетная мощность тормозных средств на каждой тормозной позиции должна обеспечивать экономичную сортировку вагонов при реализации расчетной скорости роспуска составов, живучесть технологической системы регулирования скорости и безопасность сортировки вагонов. Наличная мощность монтируемых в пути замедлителей устанавливается на основании справочных данных о выбранном типе замедлителей и должна быть не менее потребной мощности.

Потребная суммарная мощность тормозных средств спускной части горок повышенной, большой и средней мощности (первой и второй тормозных позиций) $H_{\text{тсчн}}$ должна обеспечивать при благоприятных условиях скатывания отцепов остановку четырехосного вагона весом 1000 кН и удельным основным сопротивлением 0,5 Н/кН на второй (пучковой) тормозной позиции.

Суммарная потребная мощность тормозных позиций спускной части горки (без парковой позиции) должна составлять:

$$H_{\text{тсчн}} = k_y \left(H_{\Gamma} + h_{v_0} - h_{\omega}^{\text{ox}} - H_{\text{пр}} \right), \quad (19.60)$$

где k_y — коэффициент увеличения потребной мощности тормозных позиций спускной части горки, вызываемого требованиями совместного интервального и прицельного торможения, безопасной сортировки вагонов при занятии участка между второй (пучковой) и парковой тормозными позициями, компенсации погрешностей регулирования скорости скатывания вагонов и обеспечения живучести технологической системы этого регулирования; $k_y = 1,20$ — $1,25$ при двух и $1,15$ — $1,20$ — при одной тормозной позиции на спускной части горки: меньшие значения принимаются для горок, сооружаемых в местностях с сухим климатом, где редки туманы при температуре, близкой к нулевой, а большие значения — сооружаемых в местностях, где часто наблюдаются такие условия; h_{ω}^{ox} — потерянная энергетическая высота ОХ при благоприятных условиях скатывания на участке от ВГ до конца пучковой ТП, м; $H_{\text{пр}}$ — профильная высота (отметка) конца пучковой тормозной позиции, м; h_{v_0} — энергетическая высота, соответствующая расчетной скорости роспуска ($h_{v_0} = v_0^2 / 2g'_{\text{ox}}$), м экв.

Расчетная схема для определения суммарной потребной мощности первой и второй тормозных позиций спускной части горки приведена на рис. 19.14¹.

¹ Для упрощения расчетов без ущерба для точности получаемых результатов вагон рассматривается как материальная точка.

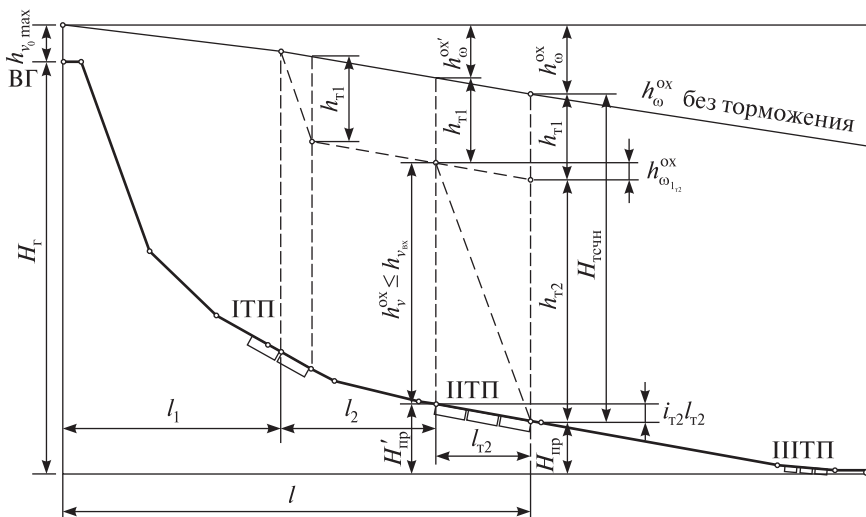


Рис. 19.14. Расчетная схема определения суммарной потребной мощности тормозных средств в пределах спускной части горки

Потерянная энергетическая высота h_{ω}^{ox} определится по формуле:

$$h_{\omega}^{\text{ox}} = \left[(l_1 + l_2 + l_{T2}) \omega_o^{\text{ox}} \pm l_1 \omega_{\text{св1}}^{\text{ox}} \pm l_2 \omega_{\text{св2}}^{\text{ox}} \pm l_{T2} \omega_{\text{св3}}^{\text{ox}} + \right. \\ \left. + \left(0,56n_1 + 0,23 \sum \alpha_{\text{ск1}} \right) v_1^2 + \left(0,56n_2 + 0,23 \sum \alpha_{\text{ск2}} \right) v_2^2 \right] \cdot 10^{-3}, \quad (19.61)$$

где l_1, l_2, l_{T2} — длина соответственно 1-го, 2-го расчетных участков (см. рис. 19.12) и второй тормозной позиции, м; $\omega_{\text{св1}}^{\text{ox}}, \omega_{\text{св2}}^{\text{ox}}, \omega_{\text{св3}}^{\text{ox}}$ — удельное сопротивление воздушной среды и ветра ОХ соответственно на участках l_1, l_2 и l_{T2} ; n_1, n_2 — число стрелочных переводов на 1-м и 2-м расчетных участках; $\sum \alpha_{\text{ск1}}^0, \sum \alpha_{\text{ск2}}^0$ — сумма углов поворота (в градусах) на 1-м и 2-м расчетных участках.

Профильная высота конца пучковой тормозной позиции $H_{\text{пр}}$ принимается из продольного профиля спускной части горки (см. рис. 19.12).

Суммарная потребная мощность тормозных позиций, определяемая по формуле (19.60) распределяется между первой и второй

тормозными позициями так, чтобы обеспечивалась безопасность роспуска и наибольшая перерабатывающая способность горки.

На I ТП для всех горок необходимо устанавливать не менее двух замедлителей с целью обеспечения роспуска составов в период выключения одного из них для ремонта.

Минимальная потребная расчетная мощность первой тормозной позиции (т.е. мощность одного ее замедлителя) $h_{\text{Т1(min)}}$ должна обеспечивать такое торможение ОХ при благоприятных условиях скатывания, чтобы скорость входа его на II ТП не превышала максимально допустимой:

$$h_{\text{Т1(min)}} = H_{\text{г}} + h_{v_o} - H'_{\text{пр}} - h_{v_{\text{вх}}} - h_{\omega}^{\text{OX}}, \quad (19.62)$$

где $H'_{\text{пр}}$ — профильная отметка начала II ТП, м, определяемая из продольного профиля; h_{v_o} — энергетическая высота, соответствующая допустимой скорости входа $v_{\text{вх}}$ вагона на замедлитель (см. табл. 19.12); h_{ω}^{OX} — энергетическая высота, потерянная ОХ на преодоление всех видов сопротивлений от ВГ до начала II ТП при благоприятных условиях скатывания, м.

Для определения h_{ω}^{OX} можно использовать формулу (19.61), исключив из нее элементы $(l_{\text{Т2}} \omega_o^{\text{OX}} \pm l_{\text{Т2}} \omega_{\text{св3}}^{\text{OX}}) \cdot 10^{-3}$.

Общая потребная мощность I ТП $h_{\text{Т1}} = 2h_{\text{Т1(min)}}$ и может находиться на горках повышенной и большой мощности в пределах 2,0—2,5 м эн. в., на горке средней мощности — 1,5—2,0 м эн. в.

Потребная мощность второй (пучковой) тормозной позиции $h_{\text{Т2}}$ должна обеспечивать остановку ОХ при благоприятных условиях скатывания в конце этой тормозной позиции при входе на нее с максимальной допустимой скоростью. Из уравнения энергетического баланса (см. рис. 19.13)

$$h_{\text{Т2}} + h_{\omega l_{\text{Т2}}}^{\text{OX}} = h_{v_{\text{вх}}} + i_{\text{Т2}} l_{\text{Т2}}, \quad (19.63)$$

находим:

$$h_{\text{Т2}} = \frac{v_{\text{вх}}^2}{2g_{\text{OX}}} + l_{\text{Т2}} \left(i_{\text{Т2}} - \omega_o^{\text{OX}} \pm \omega_{\text{св3}}^{\text{OX}} \right) \cdot 10^{-3}, \quad (19.64)$$

где $h_{\omega l_{\text{Т2}}}^{\text{OX}}$ — потерянная энергетическая высота ОХ-бегуна на участке $l_{\text{Т2}}$.

При наибольшей допустимой скорости входа на II ТП $v_{\text{вх}} = 7$ м/с мощность этой тормозной позиции должна быть не менее 2,5 м, а при $v_{\text{вх}} = 8$ м/с — не менее 3,2 м.

Приняв мощность II ТП равной h_{T2} , получим, что потребная мощность I ТП должна быть не менее

$$h_{\text{T1}} = H_{\text{тсч}} - h_{\text{T2}}. \quad (19.65)$$

Из полученных значений h_{T1} следует принять большее.

Потребная расчетная мощность парковой тормозной позиции (III ТП) для горок повышенной, большой и средней мощности (и горок малой мощности с двумя тормозными позициями на спускной части горки) устанавливается в ходе оптимизационных расчетов при комплексном проектировании высоты и продольного профиля горки в зависимости от расчетной скорости роспуска. Наличная мощность парковых позиций на эксплуатируемых горках составляет 0,8—1,2 м эн.в.

Потребная мощность парковой тормозной позиции на горках малой мощности с пучковой тормозной позицией проектируется равной не менее 0,8 м эн. в.

На горках повышенной, большой мощности и на четырехпучковых горках средней мощности следует на одном пути в каждом пучке устанавливать на механизированной парковой тормозной позиции вслед за основными замедлителями дополнительные тормозные средства с целью направления на эти пути вагонов, скорость которых не была снижена в необходимой мере на позициях спускной части. Расчетная мощность дополнительной (второй) парковой тормозной позиции на горках повышенной, большой и средней мощности определяется в ходе оптимизационных расчетов, но должна быть не менее 0,4 м эн. в.

19.9. Технологические расчеты по проверке продольного профиля спускной части горки

19.9.1. Условия и порядок расчетов

О качестве запроектированного профиля спускной части горки и мощности тормозных позиций можно судить по характеру движения расчетных бегунов на пути сортировочного парка при неблагоприятных и благоприятных условиях скатывания и различных режимах торможения.

Правилами и нормами проектирования сортировочных устройств предусмотрено производить проверку динамичности профиля спускной части горки при неблагоприятном чередовании отцепов, т.е. при последовательном скатывании: для горок большой и повышенной мощности — очень плохого—очень хорошего—очень плохого (ОП-ОХ-ОП) бегунов, а для горок средней мощности — очень плохого—хорошего—очень плохого (ОП-Х-ОП) бегунов из одиночных вагонов, т.е. при последовательном скатывании двух пар бегунов: первая пара ОП-ОХ или ОП-Х, когда впереди очень плохой бегун, а вторая пара ОХ-ОП или Х-ОП, когда впереди очень хороший или хороший бегун.

Наиболее неблагоприятным случаем следует считать скатывание первого бегуна на трудный, а второго — на смежный с ним путь.

Характер движения выясняется путем построения кривых скорости и времени хода расчетных бегунов в зависимости от пройденного пути для различных условий работы горки. Кривые времени хода $t = f(l)$ можно получить на основе данных кривых скорости $v = f(l)$, а последние — на основе данных кривых энергетических высот $h_{\omega} = f(l)$, с построения которых и начинается проверка профиля спускной части горки.

При этом кривые энергетических высот строятся вначале при свободном скатывании, а затем с торможением, а кривые скорости и времени хода — только при торможении расчетных бегунов.

Из анализа перечисленных кривых видно, каковы скорости отцепов при входе на тормозные позиции и у расчетной точки, достаточна ли принятая мощность тормозных средств. По ним можно определить, достаточны ли интервалы между последовательно скатывающимися бегунами (ОП-ОХ-ОП или ОП-Х-ОП). Для обеспечения достаточных интервалов между бегунами предусматривают резерв интервала на всех разделительных стрелках и замедлителях I ТП и II ТП, не менее 1 с.

После построения указанных кривых можно определить максимально допустимую скорость роспуска составов для использования ее в расчетах перерабатывающей способности горки.

19.9.2. Построение кривых энергетических высот

Линия энергетических высот любого из расчетных бегунов может быть построена графоаналитическим методом или по данным

аналитических расчетов. Кривые энергетических высот для бегунов ОП и ОХ (или Х) рекомендуется строить по расчетным потерям энергетическим высотам h_{ω} , определяемым по формулам (19.24—19.26; 19.32).

При использовании любого из указанных методов вначале строится развернутый план трудного пути, на котором выделяются прямые участки, а также участки, на которых имеются стрелочные переводы и кривые (см. рис. 19.15, а). При этом прямые участки небольшой протяженности для уменьшения объема вычислений можно не выделять (см. участки cd , gi).

Построение линии энергетических высот графоаналитическим методом производится в следующем порядке:

1. На уровне h_{v_0} выше вершины горки проводится горизонтальная линия MN и вниз от нее намечаются вертикальные прямые в створе начала каждой тормозной позиции, а также конца второй

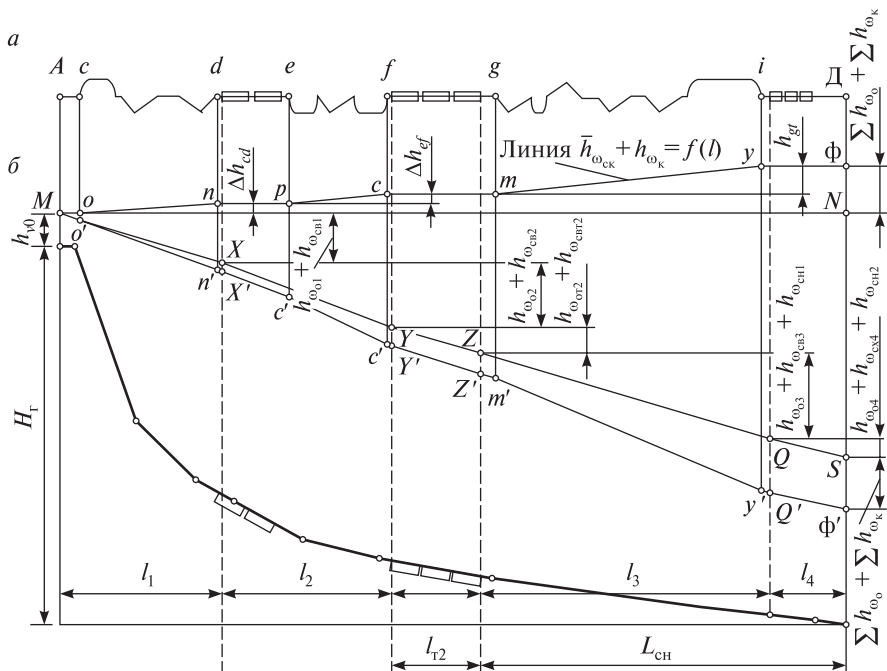


Рис. 19.15. Схема построения кривых энергетических высот при свободном скатывании отцепов графическим методом

тормозной позиции. Тем самым расчетная длина горки будет разделена на четыре участка длиной соответственно l_1 , l_2 , l_3 и l_4 (см. рис. 19.15, б), в пределах каждого из которых будет разная средняя скорость движения (см. табл. 19.8), а следовательно и разное сопротивление движению от среды и ветра. Кроме того, будет выделен участок $L_{\text{сн}}$, в пределах которого необходимо для зимних условий учитывать дополнительное сопротивление от снега и инея и участок II ТП $l_{\text{т2}}$, на котором сопротивление от снега и инея еще не учитывается, но сопротивление от среды и ветра будет соответствовать участку l_3 и равно $\omega_{\text{св3}}$. Для каждого из участков определяются значения сопротивлений от среды и ветра $\omega_{\text{св}i}$, а затем потерянные энергетические высоты на преодоление трех видов сопротивлений — основного, которое постоянно на всех участках, от среды и ветра, а на двух последних еще от снега и инея.

Далее вычисляются значения:

$$\bar{h}_{\omega_{\text{o1}}} + \bar{h}_{\omega_{\text{св1}}} = l_1 (\bar{\omega}_{\text{o}} + \bar{\omega}_{\text{св1}}) \cdot 10^{-3}; \quad (19.66)$$

$$\bar{h}_{\omega_{\text{o2}}} + \bar{h}_{\omega_{\text{св2}}} = l_2 (\bar{\omega}_{\text{o}} + \bar{\omega}_{\text{св2}}) \cdot 10^{-3}; \quad (19.67)$$

$$\bar{h}_{\omega_{\text{от2}}} + \bar{h}_{\omega_{\text{свт2}}} = l_{\text{т2}} (\bar{\omega}_{\text{o}} + \bar{\omega}_{\text{св3}}) \cdot 10^{-3}; \quad (19.68)$$

$$\bar{h}_{\omega_{\text{o3}}} + \bar{h}_{\omega_{\text{св3}}} + h_{\omega_{\text{сн1}}} = (l_3 - l_{\text{т2}}) (\bar{\omega}_{\text{o}} + \bar{\omega}_{\text{св3}} + \omega_{\text{сн}}) \cdot 10^{-3}; \quad (19.69)$$

$$\bar{h}_{\omega_{\text{o4}}} + \bar{h}_{\omega_{\text{св4}}} + h_{\omega_{\text{сн1}}} = l_4 (\bar{\omega}_{\text{o}} + \bar{\omega}_{\text{св4}} + \omega_{\text{сн}}) \cdot 10^{-3}. \quad (19.70)$$

Полученные накопленные значения потерянных энергетических высот откладываем вниз от линии MN , получим ломаную $WXYZQS$ (см. рис. 19.15, б), характеризующую потерю энергетической высоты рассматриваемым бегуном на преодоление сопротивлений ω_{o} , $\omega_{\text{св}}$ и $\omega_{\text{сн}}$.

2. Линию потерь энергетической высоты на преодоление сопротивлений от стрелочных переводов и кривых рекомендуется вначале во избежание затемнения чертежа строить вверх от линии MN . Для этого по схеме развернутого плана трудного пути по выделенным участкам пути с кривыми и стрелочными переводами вычисляются приращения потерь энергетической высоты Δh_{cd} , Δh_{ef} , Δh_{gi} :

$$\Delta h_{\text{cd}} = \left(0,56n_{\text{ccd}} + 0,23 \sum \alpha_{\text{cd}}^{\text{o}} \right) v_1^2; \quad (19.71)$$

$$\Delta h_{ef} = \left(0,56n_{cef} + 0,23 \sum \alpha_{ef}^o \right) v_2^2; \quad (19.72)$$

$$\Delta h_{gi} = \left(0,56n_{cgi} + 0,23 \sum \alpha_{gi}^o \right) v_3^2, \quad (19.73)$$

где значения n_c и $\sum \alpha$ представляют число стрелочных переводов и сумму градусов углов поворота на соответствующих участках.

Линия Монрстуф будет характеризовать для рассматриваемого пути нарастание потерь энергетической высоты на преодоление сопротивлений ω_c и ω_k от вершины горки до расчетной точки.

3. Производится графическое суммирование ординат, для чего значения $h_{\omega_{ck}}$ откладываются вниз от линии *MXYZQS* в точках изменения сопротивлений от стрелок и кривых и в точках *X*, *Y*, *Z* и *Q*. Соединяя точки *M*, *o'*, *n'*, *X'*, *p'*, *c'*, *Y'*, *Z'*, *m'*, *y'*, *Q'*, *φ'*, получим кривую энергетических высот при свободном скатывании расчетного бегуна.

При построении энергетических высот по данным аналитических расчетов расчет величин h_{ω} выполняется для всех точек изменения плана пути: начала и конца каждого перевода и каждой кривой. На развернутом плане *трудного пути* эти точки целесообразно пронумеровать от вершины горки (1) до расчетной точки (*i*). Вычисления для бегунов ОП и ОХ (или Х) целесообразно свести в таблицу, форма которой представлена в табл. 19.13.

При выполнении расчетов величина $\bar{\omega}_0$ берется из табл. 19.5. Для построения кривых энергетических высот значения h_{ω} для соответствующего бегуна откладываются в масштабе от горизонтальной линии *MN* вниз по вертикали, проходящей через рассматриваемую точку развернутого плана. Полученные точки последовательно соединяют прямыми отрезками, совокупность которых и представляет собой линию энергетических высот для соответствующего бегуна без торможения.

Для расчетных бегунов необходимо построить также кривые $h_{\omega} = f(l)$ с торможением при условии, что эти бегуны достигнут расчетной точки (РТ) с допустимой скоростью соударения $v_{\text{соуд}} = 1,4$ м/с. Для этого вверх по вертикали, проходящей через РТ, от линии профиля откладывается $h_v = 0,10$ м и от полученной точки

Таблица потеранных энергетических высот бегуна ОП (или Х, или ОХ)
при $t = \dots$ °C, ветре $v_v = \dots$ м/с, $\omega_0 = \dots$ Н/кН (форма)

[illegible]

справа налево строятся линии, параллельные кривой $h_{\omega}^{\text{оп}}$, h_{ω}^x или $h_{\omega}^{\text{ох}}$ без торможения до пересечения с вертикалью, проходящей на 5,5 м (половина длины базы вагона) правее конца парковой тормозной позиции III ТП (точка 1 для ОХ на рис. 19.16). Расстояния по вертикали от полученных точек пересечения соответственно до линий $h_{\omega}^{\text{оп}}$, h_{ω}^x или $h_{\omega}^{\text{ох}}$ будут составлять те энергетические высоты $h_{\text{т}}^{\text{оп}}$, $h_{\text{т}}^x$, $h_{\text{т}}^{\text{ох}}$, которые необходимо погасить вагонными замедлителями.

Для обеспечения больших скоростей скатывания отцепов целесообразно выполнить торможение с наиболее полным использованием мощности парковой позиции. С этой целью для ОХ вверх по вертикали от указанной уже точки 1 откладывается величина $h_{\text{тз}}$ (1,05 м). От полученной точки (т. 2) в направлении налево строится вспомогательная линия, параллельная кривой $h_{\omega}^{\text{ох}}$, до пересечения с вертикалью, проходящей на 5,5 м левее начала III ТП. Полученная точка (т. 3) соединяется прямой с т. 1, отражая процесс торможения отцепа. Далее от т. 3 до пересечения с вертикалью, проходящей на 5,5 м правее конца II ТП (т. 4), строится ломаная линия, параллельная линии $h_{\omega}^{\text{ох}}$ (без торможения). По вертикали, проходящей левее на 5,5 м начала II ТП, вверх от линии продоль-

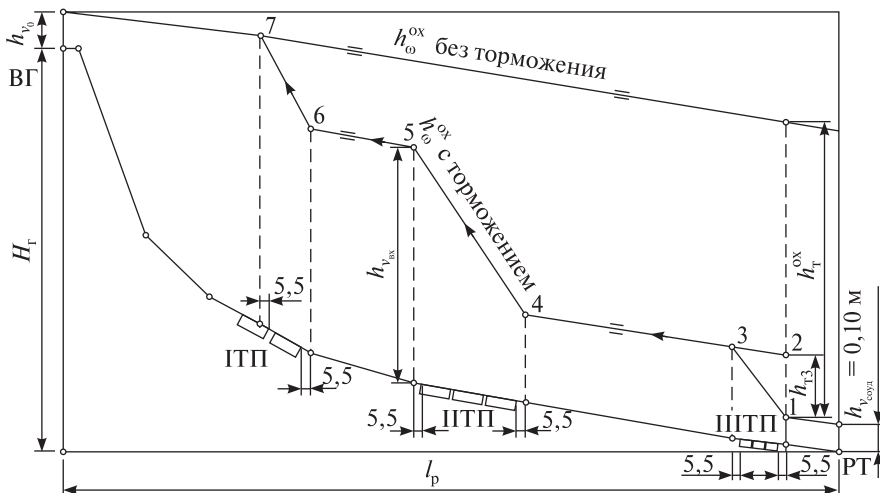


Рис. 19.16. Схема построения кривой потерь энергетических высот с торможением для очень хорошего бегуна

ного профиля откладывается скоростная энергетическая высота, соответствующая допустимой скорости входа на замедлитель $h_{\text{вх}}$. Полученную точку (т. 5) необходимо соединить с т. 4 прямой линией, отражающей процесс торможения отцепа на II ТП. Затем снова влево строится ломаная линия, параллельная линии h_{ω}^{ox} (без торможения) до пересечения с вертикалью, проходящей на 5,5 м правее конца I ТП (т. 6). Полученная точка т. 6 соединяется прямой линией с точкой (т. 7), находящейся на пересечении кривой h_{ω}^{ox} (без торможения) с вертикалью, проходящей на 5,5 м левее начала второго замедлителя первой тормозной позиции.

19.9.3. Построение кривых скорости и времени скатывания расчетных бегунов

Имея профиль спускной части горки и линию h_{ω} с торможением, можно получить масштабные величины остаточных (скоростных) энергетических высот h_v в любой точке, измерив по вертикали расстояние между линией профиля и кривой h_{ω} с торможением.

Скорость отцепа в любой рассматриваемой точке можно определить по формуле $v = \sqrt{2g'h_v}$. Начиная от вершины горки, через каждые 10 м графически измеряются значения и рассчитываются величины для соответствующего бегуна, которые затем откладываются от нулевой линии вверх в масштабе скоростей (в 1 см — 1 м/с). Соединив полученное семейство точек, получим кривую $v = f(l)$.

Кривые $v = f(l)$ строятся для условий скатывания очень плохого и хорошего или очень хорошего (в зависимости от мощности горки) бегунов с торможением. Для их построения целесообразно использовать вспомогательные кривые — графики зависимости $v = f(h_v)$ для расчетных бегунов (рис. 19.17).

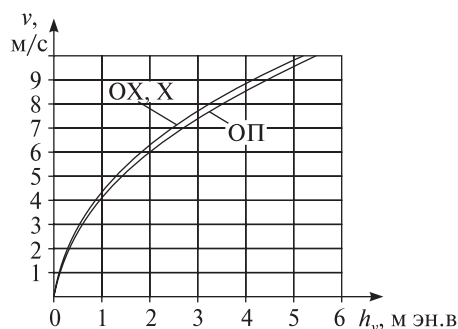


Рис. 19.17. График зависимости скорости скатывания расчетных бегунов от энергетической высоты h_v

Кривые скорости для ОП и ОХ при неблагоприятных условиях скатывания $v_{\text{оп}} = f(l)$ и $v_{\text{ох}} = f(l)$ строят от $v_{\text{оп}}^0 = 1,7$ м/с,

а для ОХ при благоприятных условиях $v_{\text{охт}} = f(l)$ — от скорости $v_{\text{о(max)}}$, равной 2,5 м/с.

На основе кривых скоростей, можно построить кривые времени скатывания бегунов. Для этого на каждом десятиметровом участке определяются приращения времени хода $\Delta t_i = \frac{10}{v_{\text{ср.}i}}$, где $v_{\text{ср.}i}$ — средняя скорость движения на участке, определяемая по кривой $v = f(l)$:

$$v_{\text{ср.}i} = \frac{v_{i-1} + v_i}{2}, \text{ где } i — \text{номер десятиметрового участка. Величины}$$

Δt_i последовательно суммируются и откладываются в масштабе времени (1 см — 10 с) от горизонтальной линии в конце каждого рассматриваемого участка. Принцип построения кривой времени скатывания вагона показан на рис. 19.18.

Для удобства определения интервалов между отцепами рекомендуется построить две кривые времени хода очень плохого $t^{\text{оп}} = f(l)$ и одну — очень хорошего бегуна $t^{\text{ох}} = f(l)$ или хорошего бегуна $t^x = f(l)$ с торможением. Первая кривая $t^{\text{оп}} = f(l)$ строится из нулевой точки, кривая $t^{\text{ох}} = f(l)$ или $t^x = f(l)$ — из точки, приподнятой вверх по шкале времени на интервал между отцепами на вершине горки t_0 , вторая кривая $t^{\text{оп}} = f(l)$ — из точки, отстоящей от нулевой на величину $2t_0$.

Интервал между отцепами (в секундах) на вершине горки определяется по формуле:

$$t_0 = \frac{l_{\text{ох(оп)}}}{v_0}, \quad (19.74)$$

где $l_{\text{ох(оп)}}$ — длина четырехосного полувагона по осям автосцепок; $l_{\text{ох}}$, l_x — длина очень хорошего и хорошего бегуна (полувагон), 13,92 м; v_0 — расчетная скорость роспуска состава, 1,4 м/с для горки средней мощности (ГСМ) и 1,7 м/с для горки большой мощности (ГБМ).

Расчеты величин Δt_i и t_i рекомендуется свести в таблицу (табл. 19.14).

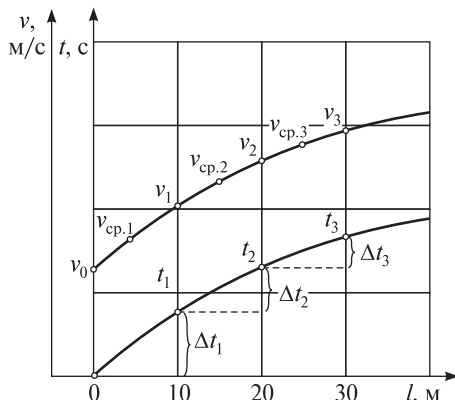
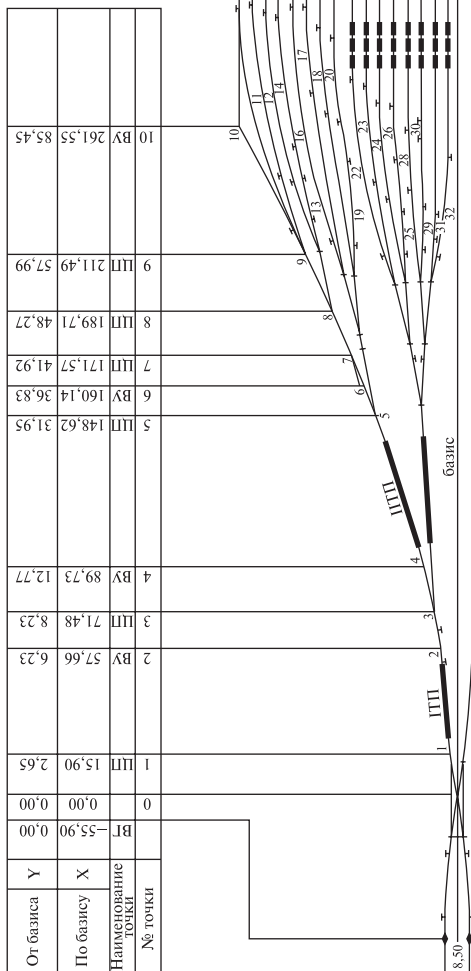


Рис. 19.18. Иллюстрация к построению кривой времени скатывания отцепов



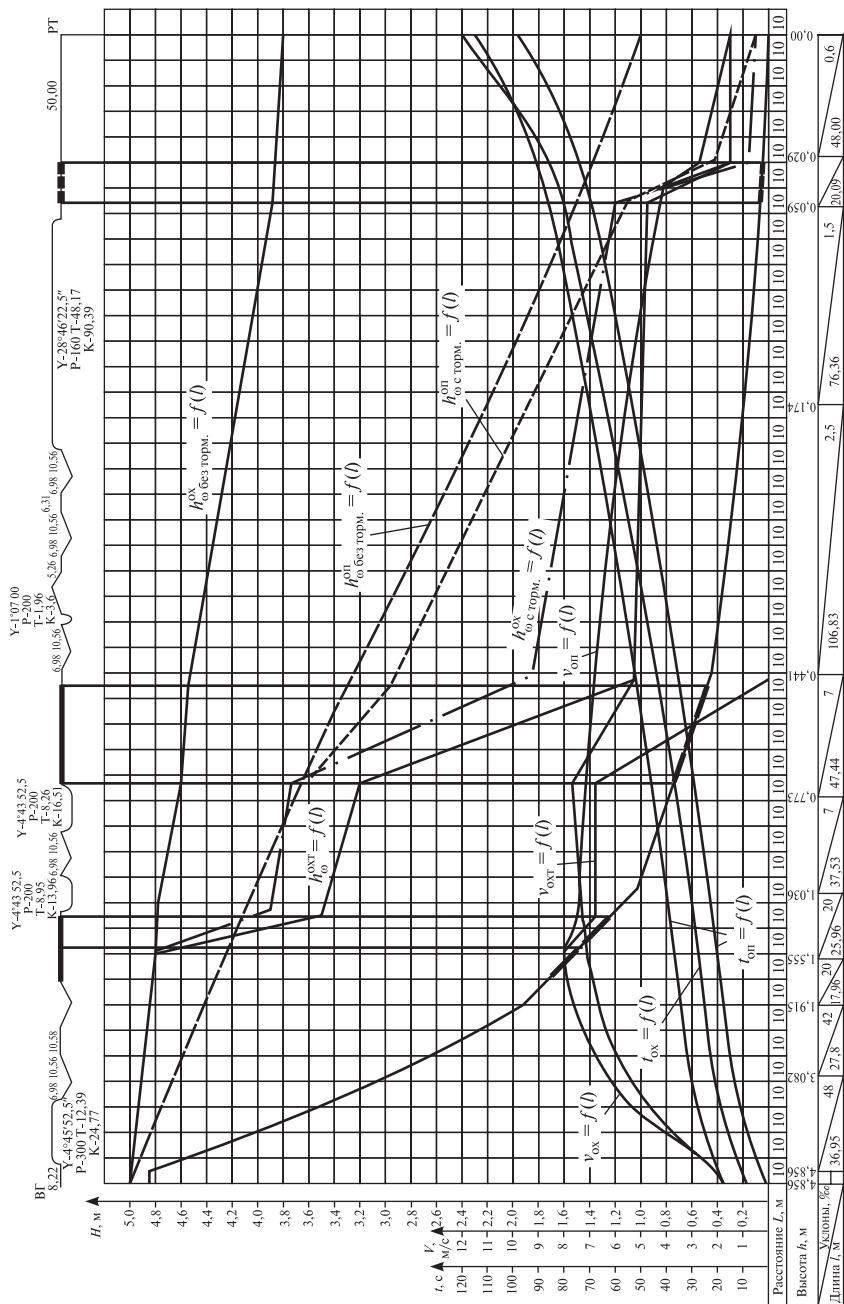


Рис. 19.19. Пример оформления плана и профиля сортировочной горки

Таблица 19.14

Расчет величин Δt_i и t_i

№ участка	Длина участка, м	Δt_i , с		$t_i = t_{i-1} + \Delta t_i$, с		Расстояние от ВГ до конца участка, м
		ОП	Х/ОХ	ОП	Х/ОХ	
1	10					10
2	10					20
3	10					30
4	10					40
...	...					...
...	...					L_p

Пример оформления плана, профиля спускной части и кривых энергетических высот, скоростей и времени скатывания расчетных бегунов представлен на рис. 19.19.

19.9.4. Анализ фактических и потребных интервалов между отцепами

К важным технологическим горочным расчетам относится определение потребных интервалов между отцепами на разделительных стрелках и тормозных позициях, их сопоставление с фактическими величинами интервалов и установление на этой основе оптимального режима торможения. Проверка достаточности интервалов выполняется для комбинаций бегунов ОП—ОХ—ОП — для ГПМ и ГБМ и ОП—Х—ОП для ГСМ с использованием кривых скорости и времени скатывания. Потребный интервал по каждой разделительной стрелке определяется по формуле:

$$t_{\text{стр}} = \frac{l_{\text{стр}}}{v_{\text{стр}}} + 1, \quad (19.75)$$

где $l_{\text{стр}}$ — расчетная длина стрелочного участка, равная (см. рис. 19.20) сумме длин стрелочной рельсовой цепи $l_{\text{из}}^c$ (при стрелочном переводе марки 1/6 — 13,26 м) и базы одиночного вагона b (в среднем можно принять $b = 11$ м); $v_{\text{стр}}$ — скорость впереди идущего отцепа в рассматриваемой комбинации; принимается по кривой $v = f(l)$ по вертикали, проходящей примерно через стык рамного рельса (начало перевода)*; 1 — резерв времени, рекомендуемый «Правилами и нормами проектирования сортировочных устройств» в размере 1 с.

* Точнее, на расстоянии 2 м от стыка рамного рельса в сторону центра перевода.

Фактический интервал $t_{\text{стр}}^{\Phi}$ берется по кривым времени в сечении, отстоящем от начала перевода (стыка рамного рельса) в сторону горба горки на расстоянии, равном сумме длины предстрелочного участка 6,0 м и половины базы сзади идущего отцепа в рассматриваемой комбинации.

Если для всех разделительных стрелок выполняется условие $t_{\text{стр}}^{\Phi} \geq t_{\text{стр}}$, то принятые режим торможения и величина v_0 обеспечивают перевод стрелок между последовательно скатываемыми отцепами. Если же по одной или ряду стрелок это условие не выдерживается, то необходимо второй в рассматриваемой комбинации бегун подвергнуть большему торможению вагонными замедлителями и проверку интервалов выполнить снова.

Аналогично сопоставляются интервалы на тормозных позициях для проверки соблюдения условия $t_{\text{зам}}^{\Phi} \geq t_{\text{зам}}$. При укладке нескольких замедлителей в пределах одной тормозной позиции с разделением их изолирующим стыком длина рельсовой цепи берется для второго замедлителя ($l_{\text{зам}}$) I ТП и первого замедлителя II ТП.

Потребный интервал в пределах замедлителя определяется по формуле:

$$t_{\text{зам}} = \frac{l_{\text{зам}}}{v_{1\text{зам}}} + 1, \quad (19.76)$$

$$\text{где } l_{\text{зам}} = l_{\text{из}}^3 + v_2 t_{\text{пз}} + b \quad (\text{см. рис. 19.20}), \quad (19.77)$$

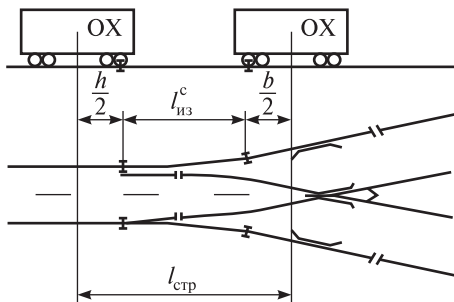


Рис. 19.20. Схема для определения расчетной длины стрелочного участка

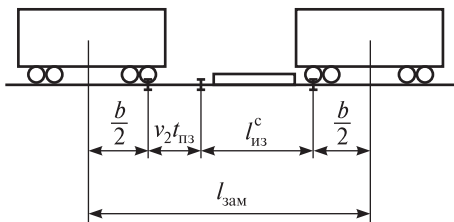


Рис. 19.21. Схема для определения расчетной длины участка замедлителя

где $l_{из}^3$ — длина изолированной секции замедлителя (11,5 или 13,475 м); $v_{1зам}$ — скорость впереди идущего отцепа, м/с; v_2 — скорость отцепа, идущего сзади, м/с; $t_{пз}$ — время на перевод шин замедлителя из одного положения в другое, принимаемое по табл. 19.12.

Средняя скорость $v_{1зам}$ идущего первым в рассматриваемой комбинации отцепа берется по кривой скорости по середине замедлителя, а фактический интервал $t_{зам}^{\Phi}$ устанавливается по кривым времени $t^{оп}$ и $t^{ох}$ или t^x в сечении, отстоящем от начала рельсовой цепи замедлителя на половину базы вагона, идущего вторым ($b_2/2 \approx 5,5$ м). Результаты расчетов интервалов рекомендуется свести в таблицу, форма которой дана в табл. 19.15.

Если в пределах первой тормозной позиции не выполняется условие $t_{зам}^{\Phi} \geq t_{зам}$, то в этом случае потребуется изменить v_0 или размещение первого замедлителя относительно вершины горки в плане или профиле.

Таблица 19.15

Расчетов интервалов между отцепами на разделительных стрелках и тормозных позициях

№№ Разделитель- ных стрелок и тормозных позиций	ОП—ОХ/Х				ОХ/Х—ОП			
	$l_{стр}$ или $l_{зам}$, м	v_1 , м/с	$t_{стр}$ или $t_{зам}$, с	$t_{стр}^{\Phi}$ или $t_{зам}^{\Phi}$, с	$l_{стр}$ или $l_{зам}$, м	v_1 , м/с	$t_{стр}$ или $t_{зам}$, с	$t_{стр}^{\Phi}$ или $t_{зам}^{\Phi}$, с

19.9.5. Определение максимальной скорости роспуска составов

Максимально допустимая скорость роспуска по каждому расчетному элементу (стрелочному переводу, замедлителю) может быть определена по формуле:

$$v_0^{\max} = \frac{l_{оп} + l_{ох}}{2t_0^{\min}}, \quad (19.78)$$

где $t_0^{\min}$ — минимально допустимый интервал между расчетными бегунами на вершине горки, с.

Для разделительных стрелок

$$t_0^{\min} = t_{стр} + (t_0 - t_{ин}^{\min}), \quad (19.79)$$

а для замедлителей

$$t_0^{\min} = t_{\text{зам}} + (t_0 - t_{\text{ин}}^{\min}), \quad (19.80)$$

где $t_{\text{ин}}^{\min}$ — интервал между ОП и ОХ/Х при неблагоприятном их сочетании по данному элементу ($t_{\text{ин}}^{\min} < t_0$).

Расчетная максимальная скорость роспуска по условиям перевода разделительных стрелок при числе их в маршруте скатывания отцепов, равном k ,

$$v_{0,p}^{\max} = \sum_{j=1}^k v_{0,j}^{\max} \cdot p_j, \quad (19.81)$$

где p_j — вероятность разделения отцепов на j -й стрелке; $\sum_{j=1}^k p_j = 1$.

При равномерном распределении отцепов по путям сортировочного парка значения p_j можно определять по формуле:

$$p_j = \frac{m_{\text{откл}}}{m_c - 1}, \quad (19.82)$$

где $m_{\text{откл}}$ — число отклоняемых путей, для которых может потребоваться перевод стрелки для второго отцепа, если первый отцеп следует по расчетному пути; m_c — число путей в голове сортировочного парка.

Например, для схемы горочной горловины, половина которой приведена на рис. 19.8 ($m_c = 32$), вероятности разделения отцепов на разделительных стрелках в маршруте, ведущем на 11-й путь составят:

$$p_1 = \frac{16}{32-1} = \frac{16}{31}; \quad p_2 = \frac{8}{31}; \quad p_3 = \frac{4}{31}; \quad p_4 = \frac{2}{31}; \quad p_5 = \frac{1}{31};$$

$$\sum_{j=1}^5 p_j = \frac{16+8+4+2+1}{31} = 1. \quad (19.83)$$

Проверочный расчет динамики скатывания отцепов с сортировочной горки в современных условиях может осуществляться на основе имитационного моделирования процесса расформирования составов.

19.10. Принципы и системы автоматизации работы сортировочных горок на отечественных и зарубежных железных дорогах

Для автоматизации процесса сортировки вагонов сортировочные горки оборудуют комплексом устройств, включающим горочную автоматическую централизацию стрелок (ГАЦ), горочное программно-задающее устройство (ГПЗУ), системы автоматического регулирования скоростей скатывания отцепов на спускной части (АРС), автоматического задания скорости роспуска составов (АЗСР), телеуправления горочными локомотивами (ТГЛ), устройства связи, телевидения, сигнализации и др.

Горочная автоматическая централизация (ГАЦ) обеспечивает автоматический перевод стрелок по маршруту скатывания отцепов и включает в себя стрелочные электроприводы, электрические рельсовые цепи и другое оборудование. Система ГАЦ может работать в двух режимах: программном автоматическом и маршрутном. При первом режиме до роспуска состава с горки с помощью накопителя горочного оперативно-запоминающего устройства (ГОЗУ) производят предварительный набор маршрутов для всех отцепов состава поезда. Корректировка или добор маршрутов возможны в процессе роспуска состава. Последовательность маршрутов набирает оператор нажатием соответствующих кнопок на горочном пульте на основании данных сортировочного листа о количестве вагонов в отцепках и номере сортировочного пути, на который они должны следовать. Стрелки, входящие в данный маршрут, переводятся последовательно по мере воздействия отцепа на рельсовые цепи горочной горловины. На ряде сортировочных горок набранная программа роспуска состава высвечивается на экране дисплея, что позволяет контролировать правильность ее набора и при необходимости корректировать программу.

При втором режиме работы системы ГАЦ маршруты задают для каждого очередного отцепа непосредственно перед его скатыванием с горки нажатием кнопки, соответствующей номеру подгорочного пути. Маршрут устанавливается автоматически от воздействия отцепа. При выключенной ГАЦ установка маршрута осуществляется переводом стрелочных рукояток по маршруту следования каждого отцепа.

Горочное программно-задающее устройство (ГПЗУ) позволяет использовать информацию о поездах, поступающую в виде телеграмм-натурок в станционный технологический центр, для программирования маршрутов в устройствах ГАЦ. В процессе передачи на горочный пост информации о поезде устройства ГПЗУ осуществляют автоматическую фиксацию на носителе информации всех необходимых данных о поезде: его номер, число вагонов в каждом отцепе и другие сведения. В процессе роспуска состава эта информация выдается на устройства ГАЦ.

Система автоматического регулирования скорости скатывания вагонов (АРС) служит для регулирования интервалов между скатывающимися отцепами, необходимых для возможности перевода стрелок и шин замедлителей, обеспечения необходимой дальности пробега отцепов на подгорочные пути и скорости соударения их с вагонами, стоящими на этих путях.

Первые системы АРС разрабатывались в конце 1950-х годов одновременно в двух институтах — Всесоюзном научно-исследовательском институте железнодорожного транспорта (ЦНИИ МПС) и Государственном проектно-изыскательском институте Гипротранс-сигнальсвязь (ГТСС) и получили наименование АРС ЦНИИ и АРС ГТСС соответственно. Первая система была внедрена в 1962 г. на станции Лосиноостровская, а вторая, в том же году, — на станции Ленинград-сортировочный-Московский. В системах АРС управление замедлителями осуществляется с учетом весовой категории и длины отцепов, их ходового сопротивления, скорости движения и требуемой дальности пробега в сортировочном парке.

В системе АРС ЦНИИ для определения ходовых свойств спускаемых отцепов между вершиной горки и первой разделительной стрелкой предусматривается измерительный участок, размещаемый на прямой в плане и однообразном уклоне в профиле, длина которого рассчитывалась на вместимость одного-двух шестиосных вагонов. Общая длина измерительного участка (см. рис. 19.22) складывается из длины колесной базы отцепа и длины контрольного участка, при дви-

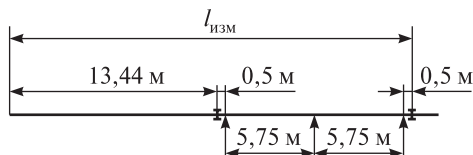


Рис. 19.22. Схема измерительного участка

жении по которому определяется ускорение движения, характеризующее ходовые свойства отцепа. Контрольный участок имеет длину 11,5 м и разделен тремя магнитными педалями на две равные части по 5,75 м. В основу определения ускорения движения принято уравнение $a = \frac{v_2 - v_1}{t}$, которое для технического решения приведено к виду

$$a = \frac{11,5(t_1 - t_2)}{t_1 t_2 (t_1 + t_2)}, \quad (19.84)$$

где 11,5 — длина контрольного участка, м; t_1 и t_2 — время прохождения отцепом соответственно первого и второго равных отрезков длиной 5,75 м.

Первая ТП в этой системе служит для интервального торможения, вторая — для интервально-прицельного (с приоритетом интервального), а третья осуществляет прицельное торможение. Скорость выхода из I ТП устанавливается по весовой категории отцепа. Скорость выхода из II ТП вычисляется из условий прицельного регулирования, но реализуется в том случае, если она не противоречит интервальной скорости. Скорость выхода из III ТП определяется расчетом, исходя из требуемой дальности следования отцепа по подгорочному пути.

Измеритель весовой категории отцепов состоит из весомера, определяющего весовую категорию каждой оси вагона, т.е. давление колеса на рельс, и вычислительного устройства, устанавливающего усредненную весовую категорию всего отцепа.

Весомер (см. рис. 19.23) смонтирован на рельсовой вставке I длиной 3,5 м. В середине вставки срезана часть головки рельса

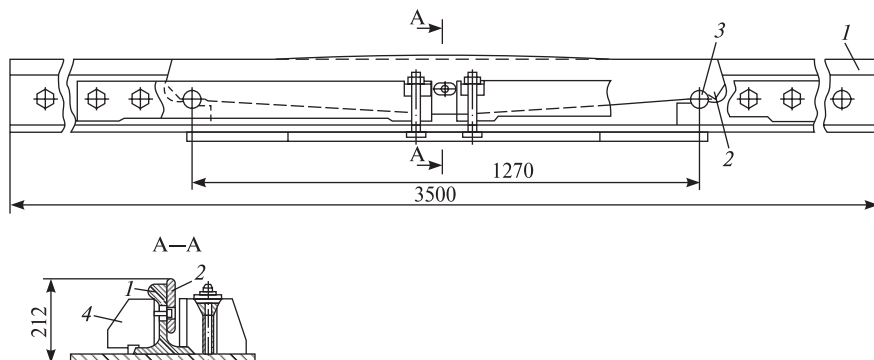


Рис. 19.23. Схема весомера

и размещена весоизмерительная пружина — шарнирный мостик 2, который по концам опирается на ролики 3. С другой стороны рельсовой вставки (см. разрез А—А) размещена коробка 4 с контактной системой. С помощью рычага контактная система связана с мостиком, который при проходе вагонов прогибается и воздействует на контактную систему. В зависимости от величины прогиба мостика, которая зависит от нагрузки, передаваемой колесом вагона, замыкается один из контактов, соответствующих пяти весовым категориям — легкой Л (давление колеса до 30 кН), легко-средней ЛС (до 50 кН), средней С (до 70 кН), среднетяжелой СТ (до 90 кН) и тяжелой Т (свыше 90 кН). Информация о весовой категории каждой оси вагонов, входящих в отцеп, подается от весомера в вычислительный блок, где определяется среднее значение весовой категории всего отцепа.

Измерение скорости движения отцепов производится *радиолокационным скоростемером*. Его действие основано на использовании эффекта Доплера. Электромагнитные волны, излучаемые специальной антенной навстречу или по ходу движения отцепа, отражаются лобовой стенкой или ходовыми частями вагона и возвращаются обратно к приемной антенне с частотой, изменившейся в соответствии со скоростью движения вагона. Благодаря наложению излучаемой передатчиком частоты на отраженную частоту в приемнике возникают колебания с так называемой «доплеровской частотой», пропорциональные скорости вагона. Эта частота с помощью специальной схемы преобразуется в напряжение, соответствующее скорости вагона, и подается в устройство управления замедлителями и к индикатору скорости на пульте оператора сортировочной горки.

Контроль заполнения подгорочных путей вагонами осуществляется устройством изолированных контрольных участков, питание в рельсовые цепи которых подается через измерительные трансформаторы, вторичные обмотки которых переключаются релейной схемой в зависимости от места нахождения отцепа. На выходе измерительной цепи устанавливается суммарное напряжение.

При системе АРС ЦНИИ из-за необходимости устройства измерительного участка увеличивается расчетная длина горки. Это не позволяет «накладывать» ее на существующее путевое развитие без переустройства плана и профиля.

Система АРС ГТСС на основании данных о весовой категории отцепа, его длине, номере пути назначения, а также длине свободной части этого пути вырабатывает программу работы тормозных позиций. Первая и вторая ТП служат только для интервального регулирования, и скорости выхода с них выбираются таким образом, чтобы скорости подхода этих отцепов соответственно ко второй и третьей ТП были одинаковы для всех отцепов независимо от их ходовых свойств. Прицельное регулирование в этой системе осуществляется при помощи третьей ТП, скорость выхода из которой определяется расчетом, а мощность требуется большей, чем в системе АРС ЦНИИ. Ускорение движения вагонов для определения их ходовых свойств в системе АРС ГТСС измеряется на участке между первой и второй тормозными позициями. При этом не требуется увеличивать расчетную длину горки и можно «накладывать» систему на существующее путевое развитие.

Автоматизация процесса роспуска составов позволяет реализовать переменную скорость роспуска, которая обеспечивается *автоматическим заданием скорости роспуска (АЗСР)* и *телеуправлением горочными локомотивами (ТГЛ)*. Первая система устанавливает и задает значения скорости роспуска при подходе отцепов к вершине горки, а вторая реализует их. Система АЗСР реализует 15 интервалов скорости роспуска в пределах 3—9 км/ч с дискретностью 0,5 км/ч. Применение АЗСР позволяет повысить среднюю скорость роспуска примерно на 10 %.

Одним из основных недостатков систем АРС ЦНИИ и АРС ГТСС является отсутствие связи с автоматизированной системой управления сортировочной станцией (АСУ СС) и другими системами автоматизации работы железнодорожного транспорта.

В 1980-е годы были разработаны и использованы на ряде станций системы комплексной механизации и автоматизации сортировочного процесса, включающие в себя все рассмотренные выше локальные системы автоматики, увязанные с АСУ СС. Первой из таких более совершенных систем явилась *автоматизированная система управления расформированием составов на горке (АСУ РСГ)*. Применение этой системы позволяет создать весьма гибкую, легко перестраиваемую автоматизированную систему, обеспечивающую возможность документальной регистрации действий оперативного персонала, работоспособности технических средств и технологичес-

кого оборудования, ведение (печать) протокола расформирования каждого состава.

В системе АСУ РСГ предусматривается два основных режима управления технологическим оборудованием: автоматический и ручной. В процессе работы система осуществляет телеуправление горочным локомотивом для регулирования скорости надвига и роспуска составов, регулирование скорости скатывания отцепов с горки и управление маршрутами движения этих отцепов, а также обмен информацией с АСУ СС.

Одновременно с АСУ РСГ в Ростовском институте инженеров железнодорожного транспорта (РИИЖТе) разрабатывалась система КГМ РИИЖТ (комплекс горочный микропроцессорный), обеспечивающая автоматизированное управление расформированием составов с использованием аппаратных и программных средств «МикроДАТ».

Система КГМ РИИЖТ обеспечивает решение следующих основных задач:

- расчет переменных скоростей роспуска составов;
- управление маршрутами движения отцепов с полным контролем хода роспуска;
- регулирование скоростей скатывания отцепов по всем ТП;
- управление маневровыми локомотивами на спускной части горки и подгорочных путях;
- информационное обеспечение эксплуатационного персонала необходимыми оперативно-технологическими данными о протекании процесса расформирования составов на горке;
- обмен данными с АСУ СС;
- протоколирование хода процесса сортировки вагонов, сбоев, отклонений от заданной программы, отказов технических средств и вмешательства операторов в работу системы.

Ее отличительными особенностями являются рассредоточенность, локальность управления, многоуровневая система обработки информации, расширенные функциональные возможности, высокая скорость обработки информации, простота и удобство обслуживания. Главное отличие КГМ РИИЖТ состоит в том, что система относится к классу адаптивных, обучающихся, интеллектуальных комплексов.

В настоящее время в качестве базовой системы автоматизации работы сортировочных горок применяют *комплексную систему автоматизированного управления сортировочным процессом* (КСАУ СП), а также системы горочной автоматизации, к которым относятся:

- система автоматизации управления маршрутами скатывания отцепов с контролем накопления вагонов в сортировочном парке ГАЦ МН, обеспечивающая безопасное управление горочными стрелками с защитой от перевода их под подвижным составом;
- контрольно-диагностический комплекс станционных устройств КДК СУ ГАЦ, обеспечивающий диспетчерский и эксплуатационный персонал сортировочной горки оперативной информацией о параметрах функционирования горочных технических средств;
- система автоматизации процесса интервального и прицельного регулирования скоростей скатывания отцепов на спускной части горки и прицельного регулирования скоростей движения и соударения отцепов в сортировочном парке АРС-УУПТ.

Для более эффективного использования путей сортировочного парка контроль заполнения этих путей осуществляется на всю их полезную длину за счет применения новой аппаратуры контроля заполнения путей, построенной на принципе импульсного зондирования КЗП-ИЗ. В результате работы этой аппаратуры на мониторе горочного табло в помещении дежурного по горке отображается вся информация о текущем размещении отцепов на путях сортировочного парка, количестве вагонов, накопленных на том или ином пути, наличии и длине «окон» между отцепами.

Результатом автоматизации горочных процессов является существенное сокращение эксплуатационных расходов за счет снижения простоя вагонов, объема маневровой работы по осаживанию вагонов в сортировочном парке, уменьшения количества поврежденных грузов и подвижного состава, что в конечном итоге обеспечивает повышение безопасности и ритмичности работы сортировочных станций, увеличению их перерабатывающей способности.

Большое внимание автоматизации сортировочных горок уделяется и на зарубежных железных дорогах: в США, Франции, Германии, Швеции, Швейцарии и других странах.

На сортировочных горках США вагонные замедлители установлены обычно только на спускной части и размещены на двух или трех позициях. При двух позициях первая располагается до

головной разделительной стрелки, а вторая — перед первой разделительной стрелкой каждого пучка подгорочных путей. При трех тормозных позициях вторая устанавливается между первой и второй разделительными стрелками, а третья — перед каждым пучком путей. Ходовые свойства отцепов определяют по весовой категории и величине ускорения движения, которые измеряется на участке между первой и второй тормозными позициями. На некоторых станциях для этой цели оборудован специальный прямой участок перед первой тормозной позицией. Весовая категория вагонов определяется перед каждой позицией специальным весовым детектором. Длина отцепов определяется при помощи четырех рельсовых путей, расположенных перед второй тормозной позицией. Степень заполнения подгорочных путей вагонами контролируется счетчиком осей. Полученные от указанных устройств данные поступают в ЭВМ, которая рассчитывает скорости выхода отцепов с тормозных позиций и передает результат системе управления замедлителями.

Возможность регулирования скоростей скатывания вагонов без устройства парковых тормозных позиций обусловлена наличием в грузовом вагонном парке США только четырехосных вагонов с небольшим диапазоном величин сопротивления движению, мощными поглощающими аппаратами автосцепки, надежными средствами крепления грузов на открытом подвижном составе. Все это позволяет иметь допустимую скорость соударения вагонов 8 км/ч, а на отдельных дорогах до 10 км/ч. Кроме того, объемы переработки вагонов относительно невелики — примерно до трех тысяч вагонов в сутки, что обуславливает небольшую скорость роспуска — порядка 3 км/ч, а большое число подгорочных путей — до 70 и более позволяет при необходимости направлять вагоны на резервные пути.

Однако на новых сортировочных станциях (Вест-Колтон, Шеффилд) подгорочные пути оборудованы парковой тормозной позицией, что позволило повысить скорость роспуска до 5,5 км/ч.

Во Франции получила распространение система автоматизации процесса составов ВУАПИ, названная так по наименованию станции, на которой была впервые внедрена. В состав системы входят две ЭВМ, а также аппаратура напольного оборудования включающего:

— электронные педали, выполняющие роль датчиков прохождения осей и обеспечивающие измерение скорости скатывания отцепов;

- датчик веса (давления);
- датчик обнаружения отрыва отцепов;
- радиолокационные измерители скорости;
- устройства управления замедлителями;
- датчик направления и силы ветра.

С помощью датчика обнаружения отрыва отцепов, трех педалей и датчика давления в ЭВМ определяется количество осей и вес отцепа. По времени прохода отцепа между педалями определяется скорость движения.

Используя значения скорости, силы и направления ветра, длину пробега отцепа рассчитывают задаваемую скорость выхода отцепов с первой ТП и входа их на вторую ТП.

Система проверяет также правильность приготовления маршрутов, заполнение подгорочных путей.

В Германии была разработана микропроцессорная система автоматизации процессов на сортировочных горках MICOR, которая обеспечивает:

- измерение скоростей движения отцепов с использованием электронных педалей;
- управление стрелками и слежение за прохождением по ним вагонов;
- регулирование скорости скатывания отцепов на спускной части с обеспечением постоянной скорости выхода с парковой тормозной позиции;
- управление движением горочного локомотива.

На сортировочных станциях Германии, Швейцарии, Швеции автоматизация регулирования скорости движения вагонов на спускной части горки и в начале подгорочных путей осуществляется замедлителями, а на остальном протяжении этих путей — специальными вагоноосаживателями с канатной тягой. Осаживание вагонов осуществляется с помощью воздействия на колеса вагонов выдвигаемых рычагов специальных четырехколесных тележек, перемещающихся по верхней подошве ходовых рельсов и располагающихся вне пределов габарита подвижного состава. Зона действия одного осаживателя достигает 400—500 м; в пределах этой зоны тележки

перемещают вагоны со скоростью 1,25 м/с, а возвращаются в исходное положение вдвое быстрее.

В Японии была создана система, в которой для регулирования скорости движения отцепов на подгорочных путях применяли ускорители-замедлители с линейным электродвигателем, которые размещались между рельсами. Тяговое усилие создавали линейные синхронные двигатели. Ускоритель-замедлитель состоял из пяти блоков: определения расстояний, линейных двигателей, торможения, управления и блока толкателей.

Блок линейных двигателей создавал тяговое усилие до 650 Н при ускорении и электродинамическое торможение с усилием до 630 Н при замедлении отцепа. Блок торможения обеспечивал пневматическое торможение с усилием 1160 Н. Блок толкателей, содержащий выдвижные рычаги для захвата колес, непосредственно воздействовал на отцеп. Эти блоки монтировали на тележках, которые перемещались по направляющим шинам, выполнявшим также роль одного из проводников линейного двигателя. Два других проводника были проложены в желобе. Питание подавалось от источника напряжением 400 В частотой 50 Гц.

В исходном положении ускорители-замедлители размещались в начале подгорочных путей. Они продвигали отцепы со скоростью до 15 км/ч и тормозили их на определенном расстоянии перед стоящими вагонами. Всем процессом отпуска управляла ЭВМ.

Зарубежный опыт эксплуатации вагоноосаживателей и ускорителей-замедлителей показал, что их применение может обеспечить повышение объема переработки за счет ликвидации осаживания вагонов маневровыми локомотивами, а также существенно снизить повреждаемость подвижного состава и грузов. Вместе с тем эти устройства имеют недостаточное тяговое усилие, низкую скорость перемещения канатных осаживателей, высокую вероятность отказов, особенно при снежных заносах в зимнее время.

19.11. Перерабатывающая способность сортировочной горки и мероприятия по ее повышению

19.11.1. Расчет перерабатывающей способности горки

Перерабатывающая способность горки, т.е. максимальное число вагонов, которое может быть рассортировано с горки в течение суток, определяется по формуле:

$$N_{\Gamma}^{\max} = \frac{\alpha_{\text{вр}} 1440 - \sum T_{\text{пост}}}{t_{\Gamma} \mu_{\text{повт}} (1 + \rho_{\Gamma})} N_{\text{с}}, \quad (19.85)$$

где $\alpha_{\text{вр}}$ — коэффициент, учитывающий перерывы в работе горки из-за наличия враждебных передвижений. Для объединенного парка приема односторонней сортировочной станции, а также при расположении транзитного парка параллельно парку приема и пропуску поездных локомотивов через предгорочную горловину принимается 0,95, а в остальных случаях — 0,97; $\sum T_{\text{пост}}$ — время технологических перерывов в работе горки для профилактического осмотра и ремонта горочного оборудования, смены бригад и экипировки горочных локомотивов, сортировки вагонов, поступающих из вагонного депо, с грузового двора и др.; t_{Γ} — горочный технологический интервал, т.е. время занятия горки операциями по заезду за составом, надвигу и роспуску его, а также формированию и осаживанию вагонов, приходящееся на один состав; $\mu_{\text{повт}}$ — коэффициент, учитывающий повторную сортировку части вагонов из-за недостатка в периоды сгущенного поступления поездов числа и длины сортировочных путей (определяется по табл. 19.16); ρ_{Γ} — коэффициент, учитывающий отказы технических устройств, нерасцепы вагонов и др. Его значения зависят от типа и интенсивности использования горки, типа замедлителей (табл. 19.17); $N_{\text{с}}$ — среднее число вагонов в составе.

Основным элементом, подлежащим расчету при определении перерабатывающей способности горки, является горочный технологический интервал t_{Γ} , зависящий от числа работающих на горке локомотивов, взаимного расположения парков приема и сортировки, режима роспуска составов (последовательный, параллельный).

Таблица 19.16

Значения коэффициента $\mu_{\text{повт}}$, учитывающего повторную сортировку части вагонов из-за недостатка числа и длины сортировочных путей в периоды сгущенного поступления поездов

Вместимость сортировочного парка, вагоны*	Коэффициент $\mu_{\text{повт}}$ при соотношении вместимости сортировочного парка к произведению числа назначений плана формирования на средний состав отправляемых поездов					
	1,00	1,05	1,10	1,15	1,20	1,25
Менее 500	1,18	1,14	1,09	1,06	1,04	1,01
1000	1,16	1,12	1,08	1,06	1,04	1,01
1500 и более	1,14	1,09	1,06	1,04	1,03	1,01

* Учитываются пути, выделенные для накопления вагонов по назначениям плана формирования.

Таблица 19.17

Значения коэффициента ρ_T , учитывающего отказы технических устройств, нерасцепы вагонов и др.

Горочный технологический интервал t_T , мин	Значение ρ_T в зависимости от t_T , типа замедлителя и сортировочного устройства*			
	КВ-3	КНП-5	Т-50	ВЗПГ
До 11,0	$\frac{0,12}{0,11}$	$\frac{0,10}{0,09}$	$\frac{0,09}{0,08}$	$\frac{0,09}{0,08}$
11,1—14,0	$\frac{0,09-0,12}{0,08-0,11}$	$\frac{0,08-0,10}{0,07-0,09}$	$\frac{0,07-0,09}{0,06-0,08}$	$\frac{0,07-0,09}{0,06-0,08}$
14,1—19,0	$\frac{0,09}{0,08}$	$\frac{0,08}{0,07}$	$\frac{0,07}{0,06}$	$\frac{0,07}{0,06}$
19,1—24,0	$\overline{0,06-0,08}$	$\overline{0,05-0,07}$	$\overline{0,04-0,06}$	$\overline{0,04-0,06}$
24,1 и более	$\overline{0,06}$	$\overline{0,05}$	$\overline{0,04}$	$\overline{0,04}$

* Значения ρ_T в числителе относятся к автоматизированной горке, в знаменателе — для механизированной. Меньшее значение относится к составу поезда из 50 вагонов, большее — 63 вагонов. Для немеханизированных горок и вытяжных путей $\rho_T = 0,03$.

При работе на горке одного локомотива:

$$t_T = t_3 + t_n + t_p + t_{o.ф.ос}. \quad (19.86)$$

При работе на горке двух локомотивов:

$$t_T = t_p + t_{o.ф.ос}, \text{ если } t_3 + t_n \leq t_p, \quad (19.87)$$

или

$$t_T = t_3 + t_n + t_{o.ф.ос}, \text{ если } t_3 + t_n > t_p, \quad (19.88)$$

где t_3 , t_n , t_p — соответственно время на заезд локомотива, надвиг и роспуск состава, мин; $t_{o.ф.ос}$ — время окончания формирования и осаживания вагонов в сортировочном парке горочными локомотивами, приходящееся на один состав, которое можно принимать 3—6 мин.

При последовательном расположении парков приема и сортировки (см. рис. 19.24, а):

$$t_3 = t_m + \frac{l_H + l_{\text{ВЫХ}}^{\Pi} + l_o + 2l_{\text{ВХ}}^{\Pi}}{16,7v_{\text{Л}}}, \quad (19.89)$$

$$t_H = \frac{l_{\text{ВЫХ}}^{\Pi} + l_H}{16,7v_H}. \quad (19.90)$$

При параллельном расположении парков (см. рис. 19.24, б)

$$t_3 = t_m + \frac{l_H + l_c}{16,7v_{\text{Л}}}; \quad (19.91)$$

$$t_H = t_m + \frac{l_c + l_o + l_H}{16,7v_H}, \quad (19.92)$$

где t_m — время приготовления маршрута. При маршрутно-релейной централизации $t_m = 0,15—0,20$ мин; l_H — длина пути надвига, м; $l_{\text{ВХ}}^{\Pi}$, $l_{\text{ВЫХ}}^{\Pi}$ — длина соответственно входной и выходной (предгорочной) горловин парка приема, м; l_o — норма полезной длины прямо-отправочных путей (850, 1050 м); l_c — длина соединительного пути при параллельном расположении парков, м; $v_{\text{Л}}$ — средняя скорость движения горочного локомотива при заезде за составом, $v_{\text{Л}} = 35—45$ км/ч; v_H — средняя скорость надвига состава на горку, $v_H = 10—15$ км/ч.

Значения l_H , $l_{\text{ВХ}}^{\Pi}$, $l_{\text{ВЫХ}}^{\Pi}$, l_c принимаются из плана сортировочной станции.

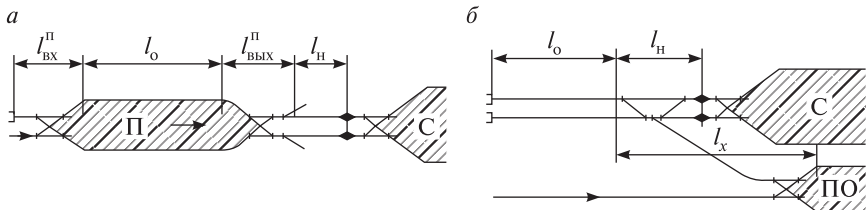


Рис. 19.24. Схема для расчета величины горочного технологического интервала:

а — при последовательном расположении парков приема и сортировки;
б — при параллельном расположении прямо-отправочного и сортировочного парков

Время роспуска состава, мин, определяется по формуле

$$t_p = L_c / 60v_o, \quad (19.93)$$

где L_c — длина состава (поезда), м; v_o — скорость роспуска, м/с.

При работе на горке трех и более локомотивов для определения t_T необходимо составить технологический график на полный цикл работы горки, который позволит выявить основные связи между операциями. По этому графику определяются продолжительность цикла $T_{\text{ц}}$, число составов, распускаемых с горки за один цикл $n_{\text{ц}}$, и величина t_T , равная $T_{\text{ц}}/n_{\text{ц}}$.

19.11.2. Мероприятия по увеличению перерабатывающей способности горки. Эффективность параллельного роспуска составов

Мероприятия по увеличению перерабатывающей способности горки вытекают из анализа расчетной формулы (19.85) по определению N_{Γ}^{max} , из которой следует, что перерабатывающую способность можно повысить за счет:

- уменьшения $\sum T_{\text{пост}}$, т.е. сокращения перерывов в работе горки (выдача подменного локомотива, смена бригад без перерыва в работе, повышение надежности горочного оборудования и внедрение методов его ускоренного ремонта);
- увеличения $\alpha_{\text{вр}}$ путем снижения числа враждебных пересечений посредством укладки параллельных ходов в предгорочной горловине, устройства петлевого подхода для приема поездов направления, встречного направлению сортировки, шлюза в предгорочной горловине или путепровода под горкой для пропуска поездных локомотивов в депо и др.;
- увеличения N_c путем укрупнения в парке приема небольших составов сдваиванием их или добавлением отдельных групп вагонов;
- уменьшения $\mu_{\text{повт}}$ за счет увеличения числа и длины сортировочных путей;
- уменьшения ρ_{Γ} за счет повышения надежности горочного оборудования;
- сокращения горочного технологического интервала t_{Γ} , что, достигается:

- увеличением числа горочных локомотивов;
- сокращением интервалов между роспусками составов за счет сооружения дополнительных путей надвига, уменьшения затрат времени на осаживание, заменой его подтягиванием со стороны хвостовой горловины сортировочного парка и др.;
- применением переменной скорости роспуска в зависимости от длины отцепов и маршрутов их следования;
- увеличением темпа сортировки за счет пересмотра специализации подгорочных путей и уменьшения вероятности разделения отцепов на последних разделительных стрелках;
- применением параллельного роспуска составов.

Из всех перечисленных мероприятий наибольший прирост перерабатывающей способности обеспечивает увеличение числа горочных локомотивов с одного до двух и применение параллельного роспуска составов.

Режим параллельного роспуска легче организовать на односторонних станциях, где явно выражены вагонопотоки четного и нечетного направлений и легче обеспечить такую специализацию подгорочных путей, при которой угловой поток, а, следовательно, и повторная сортировка вагонов с отсевных путей будут минимальными.

На горках с двумя спускными путями при параллельном роспуске составов каждый спускной путь работает как самостоятельная горка. Для этого пути одной половины сортировочного парка специализируют для накопления вагонов четного, а другой — для вагонов нечетного направления. В каждой половине выделяют по одному — два отсевных пути, на которые из параллельно распускаемых составов направляют угловые (пересекающиеся) вагонопотоки, которые при последовательном роспуске составов направлялись бы на пути другой половины парка. После накопления на отсевном пути вагонов их необходимо сортировать повторно. При значительных угловых вагонопотоках повторная сортировка вагонов с отсевных путей может достигать таких размеров, когда параллельный роспуск становится неэффективным. При традиционных схемах горочных горловин с подключением всех путей каждой половины сортировочного парка к одному спускному пути применение режима параллельного роспуска является эффективным при доле вагонов углового потока не более 10 % общего вагонопотока, перерабатываемого на горке.

Для повышения доли углового вагонопотока, при которой параллельный роспуск составов будет эффективным, разработаны схемы горочных горловин с одним или двумя средними пучками, на пути которых можно направлять вагоны с любого спускного пути (см. рис. 19.25). Остальные пучки каждой половины подгорочного парка подключаются только к одному спускному пути. Пути средних пучков специализируют для тех назначений, на которые вагоны могут поступать как в четных, так и в нечетных поездах.

При наличии одного среднего пучка (см. рис. 19.25, *а*) вагоны на пути этого пучка могут поступать с обоих спускных путей А и Б. Если такие вагоны есть в обоих параллельно распускаемых составах, то переводом стрелки 211 их можно направлять на пути своего назначения в среднем пучке, если время их подхода к стрелке 211 не совпадает и интервал между отцепами в одном и другом составах достаточен для перевода этой стрелки. Если же в параллельно распускаемых составах время подхода отцепов назначением на пути среднего пучка совпадает или интервал между ними недостаточен для перевода стрелки 211, то преимущество отдается отцепу с большим числом вагонов. Он направляется на «свой» путь по специализации, а отцеп с меньшим числом вагонов в этом случае направляется на отсечной путь.

При наличии двух средних пучков, на пути которых можно направлять вагоны с обоих спускных путей А и Б (см. рис. 19.25, *б*), пути третьего пучка следует специализировать для тех назначений, на которые большая часть вагонов поступает по спускному пути А, а пути четвертого пучка для вагонов, поступающих в основном по спускному пути Б. В этом случае за счет оперативного перевода в процессе параллельного роспуска разделительных стрелок 207, 209, 217 можно основную часть вагонопотока направлять сразу на пути «своих» назначений и значительно снизить объем повторной сортировки вагонов, который бы имел место при использовании традиционных схем горочных горловин.

При устройстве горочной горловины с тремя спускными путями (см. рис. 19.25, *в*) по среднему из них можно осуществлять формирование составов на все пути в режиме последовательного роспуска, или параллельный роспуск составов на крайние пучки, а также пропуск локомотивов из сортировочного в предгорочный парк и обратно или перестановку в парк приема с отсечных

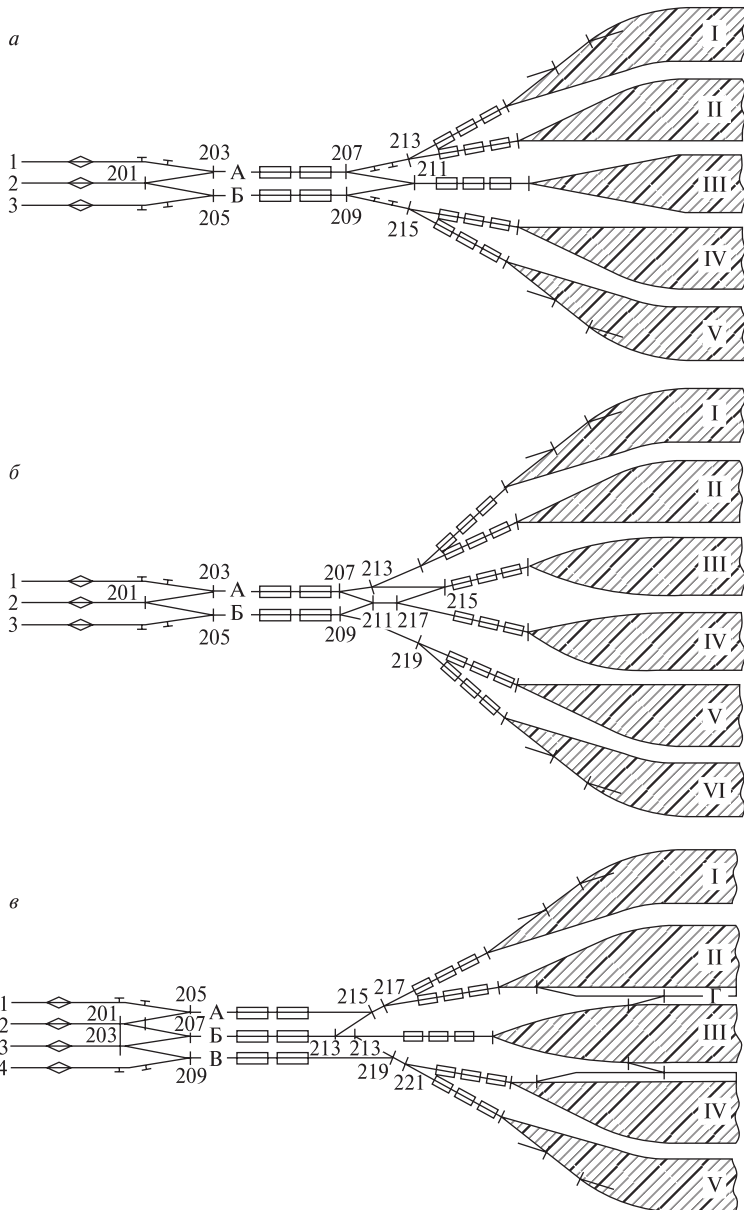


Рис. 19.25. Схемы горочных горловин для параллельного роспуска составов:
а — с общими средними пучками путей; *б* — при устройстве в середине парка технологической линии для предварительной сортировки вагонов; *в* — с тремя спускными путями

путей Г и Д или путей среднего пучка вагонов для повторной сортировки их на другую половину парка. Кроме того, при такой схеме горловины можно одновременно распускать 3 состава. По крайним спускным путям А и В производится параллельный роспуск составов с незначительным количеством угловых вагонов, которые направляются соответственно на отсевные пути Г и Д. По среднему спускному пути Б распускают составы на два укрупненных назначения «правые» и «левые», осуществляя таким образом подготовку групп вагонов к последующему параллельному роспуску на правую (пучки IV и V) и левую (пучки I и II) половину парка.

Горочный интервал при осуществлении частично параллельного и частично последовательного роспусков равен:

$$t_{\Gamma} = t'_{\Gamma}(1-k) + k(t''_{\Gamma} + \Delta t''_{\Gamma}) + t_{\Pi(\text{ср})} \alpha \frac{N_{\text{с}}}{N_{\Pi}}, \quad (19.94)$$

где t'_{Γ} — горочный интервал при последовательном роспуске, мин; t''_{Γ} — то же, при параллельном роспуске, мин; $\Delta t''_{\Gamma}$ — время пропуска в депо поездов локомотивов (на один горочный интервал t''_{Γ}), мин; k — коэффициент параллельности роспуска составов; $t_{\Pi(\text{ср})}$ — среднее время занятия горки переработкой одного состава с отсвного пути, мин; α — коэффициент (доля) повторной сортировки вагонов от всего вагонопотока, перерабатываемого на горке; N_{Π} — среднее число вагонов в составе при повторной сортировке.

Горочные интервалы t'_{Γ} и t''_{Γ} определяются построением технологических графиков работы горки отдельно для режимов последовательного и параллельного роспуска составов.

Величина $t_{\Pi(\text{ср})}$ определяется с учетом возможности подачи составов с отсвных путей на подвижную часть горки параллельно с роспуском составов на другую часть сортировочного парка по формуле:

$$t_{\Pi(\text{ср})} = \frac{t_{\Pi} m_{\text{от}} - \sum t_{\text{р}}}{m_{\text{от}}}, \quad (19.95)$$

где $m_{\text{от}}$ — число отсвных путей; t_{Π} — продолжительность занятия горки повторной сортировкой состава вагонов с отсвных путей, включающая вытягивание состава на подвижную часть и роспуск его, мин; $\sum t_{\text{р}}$ — суммарная продолжительность операций роспуска составов, выполняемых параллельно с повторной сортировкой и подачей составов с отсвных путей на подвижную часть горки за время $t_{\Pi} m_{\text{от}}$.

Коэффициент параллельности k представляет собой отношение количества составов, перерабатываемых на горке в режиме параллельного роспуска, к общему числу составов, перерабатываемых за сутки. Значение k рассчитывается по формуле:

$$k = k_{\max} \frac{n_{\text{об}} - n_{\text{пос}}}{n_{\text{об}}}, \quad (19.96)$$

где $k_{\max}$ — максимально возможное значение коэффициента параллельности; $n_{\text{об}}$ — общее число составов, перерабатываемых на горке; $n_{\text{пос}}$ — количество составов, подлежащих обязательной переработке в режиме последовательного роспуска.

Для ориентировочных расчетов $n_{\text{пос}}$ можно принять в размере 0,8 от числа местных поездов — сборных, вывозных, передаточных (кроме участковых).

Значение $k_{\max}$ определяется по соотношению β количества прибывающих во встречном ($n_{\text{встр}} - 0,8n_{\text{мест(встр)}}$) и попутном ($n_{\text{попут}} - 0,8n_{\text{мест(попут)}}$) сортировке направлений составов поездов, любой из которых может быть переработан в режиме параллельного роспуска. Величина β определяется по формуле:

$$\beta = \frac{(n_{\text{встр}} - 0,8n_{\text{мест(встр)}})}{(n_{\text{попут}} - 0,8n_{\text{мест(попут)}})} \quad (19.97)$$

Между величинами β и $k_{\max}$ имеется следующая зависимость:

β	1:2=0,5	2:3=0,67	4:5=0,80	1:1=1
$k_{\max}$	0,64	0,74	0,79	0,82

Коэффициент повторной сортировки α зависит от размеров угловых потоков, схемы горочной горловины, числа путей надвига и порядка их использования в режиме параллельного роспуска.

Контрольные вопросы

1. Какие устройства применяют на станциях для сортировки вагонов?
2. Чем определяется мощность сортировочной горки?
3. Каким принимают число сортировочных путей на горках повышенной, большой, средней и малой мощности?
4. Из каких элементов состоит сортировочная горка?

5. Перечислите основные параметры сортировочных горок.
6. Какие условия принимают при расчете высоты горки?
7. Для каких условий рассчитывают профиль спускной части горки и мощность тормозных средств?
8. Приведите условие скатывания вагона с горки.
9. Какие виды сопротивлений движению учитывают при расчете сортировочных горок?
10. Что представляет собой потерянная энергетическая высота?
11. Какие требования предъявляют к плану горочной горловины?
12. Как определяется расчетная и конструктивная высота сортировочной горки?
13. Какие требования предъявляют к профилю надвижной и перевальной частей горок?
14. Какие тормозные средства применяют на горках?
15. Что должна обеспечивать суммарная мощность тормозных средств на спускной части горки?
16. В чем суть интервального и прицельного торможения отцепов?
17. Приведите условие возможности перевода стрелок и шин замедлителей между смежными отцепами.
18. Какие системы автоматизации применяют на горках.
19. Напишите формулу перерабатывающей способности горки.
20. Что дают специальные конструкции горочных горловин для параллельного роспуска составов?

Глава 20. ПРОЕКТИРОВАНИЕ СОРТИРОВОЧНЫХ СТАНЦИЙ

20.1. Общий порядок проектирования и определение размеров работы станции

Разработку проектов сортировочных станций ведут с соблюдением общих условий и основных требованиям к проектам, изложенных в главе 7.

Особенность проектов сооружения новых и реконструкции существующих сортировочных станций состоит в том, что работа и варианты развития каждой станции рассматриваются не изолированно, а во взаимодействии с другими сортировочными станциями на данном полигоне сети железных дорог общего пользования. При этом роль проектируемой станции принимают с учетом генеральной схемы размещения сортировочных станций на сети железных дорог общего пользования, с уточнением предстоящих размеров работы данной станции по данным экономических изысканий.

Строительство новой сортировочной станции требует серьезных обоснований, так как для повышения транзитности вагонопотоков необходимо стремиться к сокращению числа переработок вагонов, что подтверждено мировым опытом. Поэтому вариант строительства новой станции должен в обязательном порядке сравниваться с вариантами развития и увеличения перерабатывающей способности существующих сортировочных станций.

При проектировании в узле новой станции подбирают карты местности в районах возможного размещения станции. Как правило, подбор материалов и обследование должно охватывать не только данную станцию, но и другие элементы узла, а также включать материалы по планировке города, развитию промышленности и т.д.

В случае переустройства существующей станции, прежде всего, изучают ее схему, выясняют существующие размеры работы и

роль этой станции в узле и на полигоне сети железных дорог общего пользования, затем подбирают имеющиеся материалы по этой станции (план, продольные и поперечные профили и т.д.), а при отсутствии их выполняют необходимые инженерно-геодезические и инженерно-геологические работы. При обследовании станции на месте изучают условия работы, недостатки в схеме, техническом оснащении и технологии работы станции, местные условия возможности ее развития, а также собирают данные по всему комплексу устройств станции. Подбор материалов для дальнейшего обследования должен охватывать, помимо рассматриваемой сортировочной станции, другие элементы узла, действующие и намечаемые в перспективе пути необщего пользования (подъездные пути предприятий) и др.

Проект сортировочной станции разрабатывается на основе данных экономических изысканий о ее грузообороте на расчетные сроки.

Грузооборот и определяемый на его основе вагонооборот станции представляется в виде косых таблиц по основным грузам и сводной таблицы по всем грузам. Форма таблиц такая же, как и для участковых станций (глава 15, табл. 15.1), но с выделением сортировочных станций, взаимодействующих с данной сортировочной станцией.

В результате расчетов получают косую таблицу вагонопотоков с выделением вагонов, следующих без переработки и с переработкой. Ниже в качестве примера приведена таблица вагонооборота сортировочной станции «С» в узле с четырьмя магистральными подходами (табл. 20.1). Пользуясь этой таблицей и зная число вагонов в составе поезда, определяют число транзитных и перерабатываемых поездов. Пример расчета числа транзитных и перерабатываемых вагонов и поездов для станции «С» приведен в табл. 20.2.

Для двусторонних станций размеры переработки (см. табл. 20.2) подсчитывают по прибытию отдельно для каждой сортировочной системы и добавляют число угловых вагонов, передаваемых из другой системы (по данным табл. 20.1). Если проект разрабатывают на два расчетных срока, объемы работы в форме табл. 20.1 и 20.2 составляют отдельно на каждый расчетный срок.

Таблица 20.1

Вагонооборот сортировочной станции «С»

От	На														Итого	
	А		Б		В		Г		подъездной путь		грузовую станцию		собствен- но С			
	бп	сп	бп	сп	бп	сп	бп	сп	бп	сп	бп	сп	бп	сп	бп	сп
А																
Б	253	1107			151	366									404	1624
В	—	102	160	242											310	713
															200	34
Г	219	335	—	115	201	447									420	914
Подъездной путь	—	12	—	7	—	3									—	28
															—	32
Грузовая станции	—	9	—	5	—	4									—	28
															—	8
Собственно С	—	1	—	—	—	—									—	1
															—	3
Итого	472	1566	363 850	802 13	352	905	303 200	730 101	—	60	30	1490 1050	4097 114	4	—	—

Примечание. В знаменателе показаны порожние вагоны. Принятые сокращения: бп — без переработки, сп — с переработкой.

Таблица 20.2

Пример расчета числа транзитных и перерабатываемых вагонов и поездов для станции «С»

Направление	Прибытие				Направление	Отправление			
	транзитных		с переработкой			транзитных		своего формирования	
	вагонов	поездов	вагонов	поездов		вагонов	поездов		
От А	$\frac{356}{850}$	$\frac{6}{13}$	$\frac{795}{37}$	$\frac{14}{1}$	На А	472	7	1566	26
От Б	404	6	1624	27	На Б	$\frac{363}{850}$	$\frac{6}{13}$	$\frac{802}{13}$	15
От В	$\frac{310}{200}$	$\frac{5}{3}$	$\frac{713}{34}$	$\frac{12}{1}$	На В	352	6	905	15
От Г	420	7	914	15	На Г	$\frac{303}{200}$	$\frac{5}{3}$	$\frac{730}{101}$	$\frac{12}{2}$
С подъездного пути	—	—	$\frac{28}{32}$	$\frac{1^*}{1^*}$	На подъездной путь	—	—	60	2*
С грузовой станции	—	—	$\frac{22}{8}$	2*	На грузовую станцию	—	—	30	2*
Итого	$\frac{1490}{1050}$	$\frac{24}{16}$	$\frac{4097}{114}$	$\frac{68}{2}+4^*$	Итого	$\frac{1410}{1050}$	$\frac{24}{16}$	$\frac{4097}{114}$	$\frac{68}{2}+4^*$

* Примечание. В знаменателе показаны порожние вагоны. Передаточные поезда в узле.

Данные табл. 20.1 и 20.2 принимают за основу при выборе типа и схемы станции, а также при определении числа путей, загрузки горловин, задержек подвижного состава, для обоснования необходимости сооружения путепроводных развязок, числа ремонтных стоил и экипировочных позиций в локомотивном хозяйстве, потребных инвестиций и эксплуатационных расходов и др.

20.2. Выбор места расположения новой сортировочной станции

Новые сортировочные станции проектируют в тех железнодорожных узлах, в которых перерабатывающая способность существующих станций недостаточна для освоения прогнозируемых вагонопотоков с переработкой, а местные условия не позволяют осуществить их развитие до требуемого уровня. Кроме того, это может быть целесообразно для выноса грузовых транзитных потоков за пределы узла, а также связано с примыканием новой магистральной линии, строительством крупного морского порта или промышленного района.

На выбор места размещения новой сортировочной станции в узле влияют: схема и характер работы узла, число примыкающих подходов и размеры грузового движения на них, структура и мощность перерабатываемого вагонопотока в узле, взаимная корреспонденция вагонопотоков между подходами, сложившаяся система транспортного обслуживания промышленных предприятий города, наличие свободной территории, малопригодной для жилой застройки и других видов хозяйственной деятельности, и др. В транзитных узлах место расположения новой станции выбирают с учетом обеспечения минимума угловых транзитных вагонопотоков при удобной связи ее с грузовыми станциями и промышленными зонами.

Во всех случаях наряду со строительством новой сортировочной станции рассматривают техническую возможность и экономическую целесообразность освоения перспективных объемов переработки на существующих станциях, в том числе за счет перераспределения сортировочной работы на прилегающем полигоне сети железных дорог.

Новую сортировочную станцию размещают по возможности на ровной местности, имеющей небольшой уклон в сторону сортировки и благоприятные геологические условия для возведения

капитальных зданий и сооружений. В поперечном направлении станция не должна размещаться на крутом косогоре, затрудняющем ее развитие в ширину. Ориентировочные размеры площадок для сортировочной станции приведены в табл. 20.3.

Таблица 20.3

Размеры площадок для сортировочной станции

Тип и схема станции	Потребная длина станционной площадки при норме полезной длины путей, м			Примерная ширина площадки при 48 путях в сортировочном парке
	1700	1050	850	
Односторонняя, с последовательным расположением парков	7850	6000	5400	300—350 *
Односторонняя, с комбинированным расположением парков	5400	4100	3700	350—400
Двусторонняя, с последовательным расположением парков	8050	6100	5500	600—700

* При размещении локомотивного хозяйства рядом с парком приема или отправления; при размещении ЛХ рядом с сортировочным парком ширина площадки у этого парка увеличивается примерно на 100 м.

Для новой сортировочной станции обычно рассматривают несколько вариантов площадок, лучший из которых определяется в результате технико-экономического сравнения. Во всех вариантах сортировочную станцию размещают за пределами города, а в крайнем случае — за пределами перспективной жилой застройки. Для каждого варианта на основе таблицы вагонопотоков определяют направление сортировки, которое должно обеспечивать поточное следование через станцию наибольшего числа вагонов, и составляют принципиальную схему станции с развязками подходов. Затем на карте местности наносят в масштабе положение основных парков станции и выбирают их проектные отметки, исходя из обеспечения наименьшего объема земляных работ. Особо тщательно определяют положение сортировочных парков, требующих наибольшей площади. Парк приема и горку, как правило, размещают на возвышенных местах.

В зависимости от размеров площадки схема взаимного расположения основных парков может быть последовательной или ком-

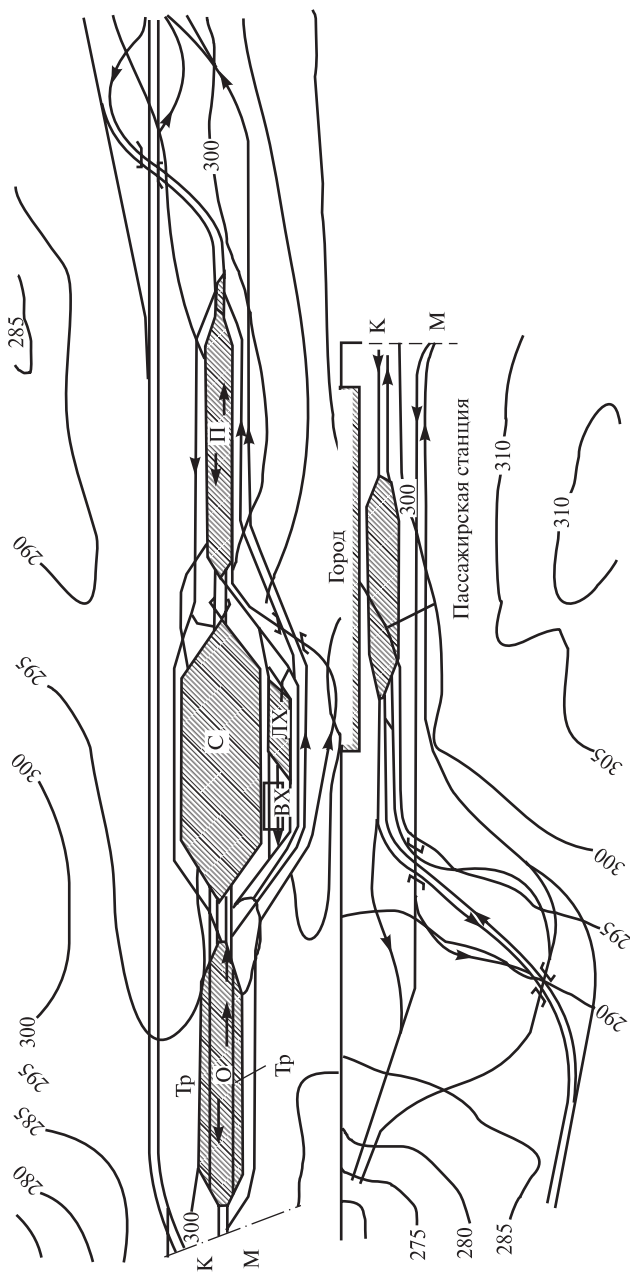


Рис. 20.1. Расположение сортировочной станции на карте местности

бинированного типа. Для каждого варианта станционной площадк- и сортировочной станции проектируются необходимые соединения с существующими железнодорожными линиями и станциями узла с развязками подходов. Пример размещения новой сортировочной станции на местности приведен на рис. 20.1.

При технико-экономическом сравнении вариантов размещения новой сортировочной станции подсчитываются капитальные затраты (инвестиции) на сооружение станции и подходов к ней с развязками и эксплуатационные расходы, зависящие от расположения станции в узле.

В составе строительных затрат необходимо учитывать следующие работы и затраты: отвод земельного участка, сносы и переносы зданий и сооружений, отвод дорог, земляные работы, постройку крупных мостов и путепроводов, укладку верхнего строения пути, устройство СЦБ, контактной сети. Остальные затраты можно в пределах допускаемой точности считать одинаковыми по вариантам.

При определении эксплуатационных расходов учитывают затраты на содержание постоянных устройств новой станции и подходов к ней, а также расходы по пробегу и простою подвижного состава.

20.3. Определение путевого развития сортировочных станций

20.3.1. Парк приема

Необходимое число путей в парках приема зависит от числа подходов, расчетного интервала поступления перерабатываемых поездов в парк, времени занятия пути одним поездом $t_{\text{зан}}^{\text{п}}$ и расчетного интервала вывода составов на горку $t_{\text{г}}$.

Прежде всего, по расчетным формулам в последовательности, указанной в табл. 20.4, определяются расчетные интервалы поступления перерабатываемых поездов с четного $I_{\text{р.чет}}^{\text{пер}}$ и нечетного $I_{\text{р.неч}}^{\text{пер}}$ направлений, а для односторонних станций, кроме того, общий расчетный интервал поступления поездов в переработку $I_{\text{общ}}^{\text{пер}}$.

Таблица 20.4

Расчетные формулы и последовательность определения расчетных интервалов поступления в парк приема перерабатываемых поездов

Наименование элементов и расчетные формулы	Подходы			
	четные		нечетные	
	А	В	Б	Г
1	2	3	4	5
Число прибывающих грузовых поездов $n_{гр}$				
Число пассажирских поездов $n_{пс}$				
Доля перерабатываемых поездов $p_{пер}$				
Коэффициенты съема грузовых поездов пассажирскими $\varepsilon_{пс}$				
Минимальный интервал попутного следования поездов I_{min} , мин				
Средний интервал следования поездов на подходах, мин, $I_{cp} = \frac{1440}{n_{гр} + \varepsilon_{пс} n_{пс}}$ (20.1)				
Расчетный интервал прибытия грузовых поездов (транзитных и перерабатываемых) с подходов, мин, $I_p^o = \frac{I_{min} + I_{cp}}{2}$ (20.2)				
Расчетный интервал поступления поездов в переработку с подходов, мин, $I_p^{пер} = \frac{I_p^o}{p_{пер}}$ (20.3)				
Средневзвешенные интервалы поступления поездов в парк приема, мин: а) четных $I_{p.чет}^{пер} = \frac{I_{p(A)}^{пер} I_{p(B)}^{пер}}{I_{p(A)}^{пер} + I_{p(B)}^{пер}}$; (20.4) б) нечетных $I_{p.неч}^{пер} = \frac{I_{p(Б)}^{пер} I_{p(Г)}^{пер}}{I_{p(Б)}^{пер} + I_{p(Г)}^{пер}}$; (20.5) (при одном подходе $I_{p.чет}^{пер} = I_{p(A)}^{пер}$; $I_{p.неч}^{пер} = I_{p(Б)}^{пер}$)				
Общий расчетный средневзвешенный интервал поступления поездов в переработку, мин (определяется для односторонних станций) $I_{общ}^{пер} = \frac{I_{p.чет}^{пер} I_{p.неч}^{пер}}{I_{p.чет}^{пер} + I_{p.неч}^{пер}}$ (20.6)				

1	2	3	4	5
Расчетный интервал поступления транзитных поездов с подходов, мин, $I_p^{тр} = \frac{I_p^o}{1 - p_{пер}}$ (20.7)				
Средневзвешенные интервалы поступления транзитных поездов в приемо-отправочные парк, мин: а) четные $I_{р.чет}^{тр} = \frac{I_{р(А)}^{тр} I_{р(В)}^{тр}}{I_{р(А)}^{тр} + I_{р(В)}^{тр}}$; (20.8) б) нечетные $I_{р.неч}^{тр} = \frac{I_{р(В)}^{тр} I_{р(Г)}^{тр}}{I_{р(В)}^{тр} + I_{р(Г)}^{тр}}$; (20.9)				

Величина коэффициентов съема $\varepsilon_{пс}$ может приниматься в размере 1,3—1,5, а минимальный интервал попутного следования поездов $I_{мин} — 8—10$ мин.

Полученные значения средневзвешенных интервалов $I_{р.чет}^{пер}$ и $I_{р.неч}^{пер}$ (при проектировании двусторонних сортировочных станций) или общий расчетный интервал поступления поездов в переработку $I_{общ}^{пер}$ (при проектировании односторонних станций) необходимо сопоставить с расчетным интервалом вывода составов на горку — горочным технологическим интервалом $t_{г}$, зависящим от числа работающих на горке локомотивов, взаимного расположения парков приема и сортировки. Порядок его определения изложен в п. 19.9.1.

Если для односторонней станции $I_{общ}^{пер} \geq t_{г}$ или для двусторонней станции $I_{р.чет}^{пер} \geq t_{г}$ и $I_{р.неч}^{пер} \geq t_{г}$, то число путей для приема поездов определяется отдельно в каждом направлении по формулам:

— для четного направления

$$m_{чет}^{п} = \frac{t_{зан}^{п}}{I_{р.чет}^{пер}}; \quad (20.10)$$

— для нечетного направления

$$m_{\text{неч}}^{\Pi} = \frac{t_{\text{зан}}^{\Pi}}{I_{\text{р.неч}}^{\text{пер}}}, \quad (20.11)$$

в которых $t_{\text{зан}}^{\Pi}$ — время занятия пути парка приема одним поездом;

$$t_{\text{зан}}^{\Pi} = t_{\text{пр}} + t_{\text{оп}}^{\Pi} + t_{\text{ож}}^{\Pi} + t_{\text{выв}}^{\Gamma}, \quad (20.12)$$

где $t_{\text{пр}}$ — время занятия пути при приеме поезда, мин; $t_{\text{оп}}^{\Pi}$ — продолжительность операций в парке приема по технологическому процессу; $t_{\text{выв}}^{\Gamma}$ — среднее время ожидания подачи составов на горку, мин; $t_{\text{выв}}^{\Gamma}$ — время вывода состава на горку до момента прохода за маршрутный сигнал с данного пути, мин.

Значения $t_{\text{пр}}$ и $t_{\text{выв}}^{\Gamma}$ можно подсчитать согласно расчетной схеме (см. рис. 20.2) по формулам:

$$t_{\text{пр}} = t_{\text{м}} + \frac{l_{\text{бл}}''}{16,7v_{\text{х}}} + \frac{l_{\text{бл}}' + l_{\text{с}} + l_{\text{вх}}^{\Pi} + l_{\text{о}}}{16,7v_{\text{пр}}}; \quad (20.13)$$

$$t_{\text{выв}}^{\Gamma} = \frac{l_{\text{вых}}^{\Pi} + l_{\text{н}}}{16,7v_{\text{н}}} + \frac{l_{\text{о}} - l_{\text{вых}}^{\Pi} - l_{\text{н}}}{16,7v_{\text{о}}}, \quad (20.14)$$

где $l_{\text{бл}}'$, $l_{\text{бл}}''$ — длины блок-участков, принимаемые в размере 1000—1500 м; $l_{\text{с}}$ — расстояние от входного сигнала до первого стрелочного перевода; при электрической тяге $l_{\text{с}}$ принимается равным 300 м, а при тепловозной тяге — 50 м; $l_{\text{вх}}^{\Pi}$, $l_{\text{вых}}^{\Pi}$ — длина соответственно входной и выходной горловин парка приема; $l_{\text{о}}$ — полезная длина пути приема или вытяжного пути; $l_{\text{н}}$ — расстояние надвига состава на горку; $v_{\text{х}}$ — ходовая скорость поезда, 60—90 км/ч; $v_{\text{пр}}$ — средняя скорость поезда при приеме, 35—40 км/ч.

Величину $t_{\text{ож}}^{\Pi}$ можно определить по формуле:

$$t_{\text{ож}}^{\Pi} = \frac{720\gamma^2(1+v_{\Gamma}^2)}{n_{\text{расф}}(1-\gamma)}, \quad (20.15)$$

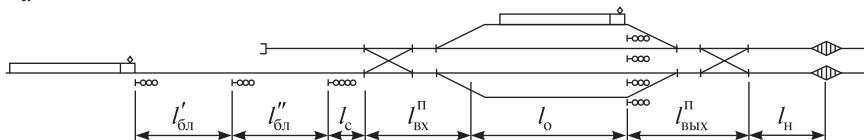
где γ — коэффициент загрузки горки:

$$\gamma = \frac{t_{\Gamma} n_{\text{расф}} \mu_{\text{повт}} (1 + \rho_{\Gamma})}{\alpha_{\text{вр}} 1440 - \sum T_{\text{пост}}}; \quad (20.16)$$

$n_{\text{расф}}$ — количество составов (с учетом местных и угловых передач), расформировываемых с горки за сутки; ρ_{Γ} — коэффициент вариации горочного интерва-

ла; $v_r = 0,25—0,3$; $\mu_{\text{повт}}$ — коэффициент, учитывающий повторную сортировку некоторой части вагонов из-за недостатка в периоды сгущенного поступления составов числа и длины сортировочных путей (можно принимать по табл. 19.16); ρ_r — коэффициент, учитывающий отказы технических устройств, нерасцепы вагонов и др. (можно принимать по табл. 19.17); $\alpha_{\text{вр}}$ — коэффициент, учитывающий возможные перерывы в работе горки из-за враждебности маршрутов. При расположении транзитных парков параллельно парку отправления для двусторонних станций и односторонних станций с петлевым подходом к парку приема $\alpha_{\text{вр}} = 0,97$. В остальных случаях $\alpha_{\text{вр}} = 0,95$; $\sum T_{\text{пост}}$ — время занятия горки в течение суток выполнением постоянных операций, которое можно принимать равным 120—150 мин.

a



б

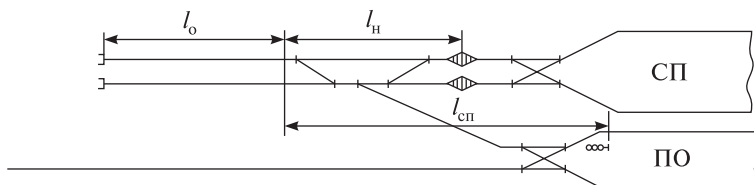


Рис. 20.2. Расчетная схема для определения времени на прием поезда и вывод состава на горку:

a — при последовательном расположении парка приема и сортировочного парка; *б* — при параллельном расположении парка приема и сортировочного парка; $l'_{\text{бл}}, l''_{\text{бл}}$ — длины блок-участков; l_c — расстояние от входного сигнала до первого стрелочного перевода; $l_{\text{вх}}^п, l_{\text{вых}}^п$ — длина соответственно входной и выходной горловин парка приема; l_0 — полезная длина пути приема или вытяжного пути; l_n — расстояние надвига состава на горку

В тех случаях, когда на односторонних станциях $I_{\text{общ}}^{\text{пер}} < t_r$, а на двусторонних станциях $I_{\text{р.чет}}^{\text{пер}} < t_r$ или $I_{\text{р.неч}}^{\text{пер}} < t_r$, т.е. когда в парке приема в отдельные периоды создается подпор поездов, число путей рассчитывается по формулам:

— для четного направления

$$m_{\text{чет}}^п = \frac{T_{\text{сг}}}{I_{\text{р.чет}}^{\text{пер}}} - \frac{T_{\text{сг}} - t_{\text{зан}}^п}{t_r} c_{\text{чет}}; \quad (20.17)$$

— для нечетного направления

$$m_{\text{неч}}^{\text{п}} = \frac{T_{\text{сг}}}{I_{\text{р.неч}}^{\text{пер}}} - \frac{T_{\text{сг}} - t_{\text{зан}}^{\text{п}}}{t_{\text{г}}} c_{\text{неч}}. \quad (20.18)$$

В формулах (20.17) и (20.18) приведены следующие обозначения: $T_{\text{сг}}$ — период сгущенного поступления поездов, который при размерах пассажирского движения на основной линии до 20 пар и размерах грузового движения до 60 пар можно принимать 60 мин, а при больших размерах движения — 90—120 мин; $c_{\text{чет}}$, $c_{\text{неч}}$ — удельный вес (доля) соответственно четных и нечетных поездов, прибывающих в парк приема, от общего количества; для двусторонних станций принимается $c_{\text{чет}} = 1$; $c_{\text{неч}} = 1$; для односторонних станций:

$$c_{\text{чет}} = \frac{n_{\text{тр.чет}}^{\text{с/п}}}{\sum n_{\text{тр}}^{\text{с/п}}}; \quad c_{\text{неч}} = 1 - c_{\text{чет}}.$$

Общее число путей в парке приема односторонней сортировочной станции определяется из выражения:

$$m_{\text{общ}}^{\text{п}} = m_{\text{чет}}^{\text{п}} + m_{\text{неч}}^{\text{п}} + m_{\text{х}}, \quad (20.19)$$

где $m_{\text{х}}$ — число ходовых путей. Обычно в парке приема принимают не менее одного ходового пути для горочных локомотивов и один путь — для пропуска поездных локомотивов, если прием поездов производится со стороны горки.

На двусторонних станциях общее число путей в парках приема четной и нечетной сортировочных систем определяется из выражений:

$$\left. \begin{aligned} m_{\text{общ.чет}}^{\text{п}} &= m_{\text{чет}}^{\text{п}} + m_{\text{х}} \\ m_{\text{общ.неч}}^{\text{п}} &= m_{\text{неч}}^{\text{п}} + m_{\text{х}} \end{aligned} \right\}, \quad (20.20)$$

где $m_{\text{х}}$ — число ходовых путей для горочных локомотивов; $m_{\text{х}} = 1$.

Определенное расчетом число путей в парке приема необходимо сопоставить с данными табл. 20.5. Окончательное число путей

принимается на основе произведенного сопоставления, но не менее указанного в табл. 20.5.

Таблица 20.5

Требуемое число путей в парке приема сортировочной станции

Расчетное число поступающих поездов в сутки (с учетом угловых и других передач)	Число путей в парке приема (без ходовых) при загрузке горки до		
	0,70	0,85	0,95
До 12	1—2	—	—
13—24	2—3	—	—
25—36	3	—	—
37—48	3—4	4—5	—
49—60	4—5	5—6	5—6
61—72	5	6	6—7
73—84	5—6	6—7	7—8
85—96	6—7	7—8	8—9
97—108	7	8—9	9—10
109—120	7—8	9—10	10—11
121—132	8—9	10—11	11—12

Примечания. 1. При суммарных размерах пассажирского движения на прилегающих линиях более 25 поездов в сутки число путей в парках, принятое по табл., увеличивают на один. 2. Если к парку приема или транзитному примыкает более одной линии I—III категорий, то потребное число путей увеличивают на число дополнительных подходов. 3. На станции, принимающей поезда с затяжного спуска, потребное число путей увеличивают на один.

20.3.2. Сортировочный парк. Надвижные, спускные и обходные пути

Число сортировочных путей устанавливается в зависимости от числа назначений по плану формирования поездов, суточного количества вагонов каждого назначения и особенностей технологии работы станции. На каждое назначение плана формирования выделяют, как правило, отдельный путь, а для назначений с суточным вагонопотоком более 200 вагонов — два пути. Кроме того, в сортировочном парке предусматривают пути для местных нужд (под выгрузку или погрузку, для перестановки вагонов на время очистки путей от снега, для вагонов с разрядными грузами и др.). Для погашения неравномерности вагонопотоков отдельных назначений и формирования соединенных поездов добавляется еще 1—3 пути.

При отсутствии данных о перспективном плане формирования число сортировочных путей принимают в соответствии с Правилами и нормами проектирования сортировочных устройств (см. табл. 20.6).

Таблица 20.6

Требуемое число сортировочных путей

Число формируемых поездов в сутки	Число сортировочных путей			Всего
	Для назначений плана формирования	Для местных нужд	Дополнительных	
24	10	4	0	14
36	15	4	0	19
48	20	4	0	24
60	22	4	0	26
72	26	5	1	32
84	30	5	1	36
96	32	5	1	38
108	37	6	1	44
120	38	6	2	46
132	40	6	2	48
144	42	7	3	52
156	46	7	3	56
168	50	7	3	60
180	54	7	3	64

Примечание. Число путей для местных нужд может приниматься большим, чем указано в таблице, если к станции примыкает несколько предприятий со значительным грузооборотом.

Полезная длина сортировочного пути должна соответствовать длине формируемого поезда (в трудных условиях — половины поезда) или группы вагонов, увеличенной не менее чем на 10 %; при накоплении вагонов на целый состав — не менее длины приемоотправочных путей.

Число надвижных, спускных и обходных путей принимается в зависимости от мощности сортировочной горки в соответствии с табл. 19.1.

Число вытяжных путей должно быть не менее числа маневровых локомотивов, работающих в районе формирования поездов, и может быть подсчитано по формуле¹:

¹ При проектировании двусторонних станций число вытяжных путей определяется отдельно в четной и нечетной системах.

$$m_{\text{в}} = \frac{n_{\Phi} \left[\left(\gamma_1 t_1^{\Phi} + \gamma_2 t_2^{\Phi} + \gamma_{\text{мн}} t_{\text{мн}}^{\Phi} \right) + t_{\text{пер}} + t_{\text{в.л}} \right]}{1440 - T_{\text{пер}}}, \quad (20.21)$$

где n_{Φ} — общее число формируемых на вытяжных путях поездов; $\gamma_1, \gamma_2, \gamma_{\text{мн}}$ — доля одногруппных, двухгруппных и многогруппных (включая сборные) поездов от общего числа формируемых; $t_1^{\Phi}, t_2^{\Phi}, t_{\text{мн}}^{\Phi}$ — среднее время формирования на вытяжном пути соответственно одного одногруппного, двухгруппного и многогруппного поезда; $t_{\text{пер}}$ — время на перестановку составов из сортировочного в отправочный парк, мин; $t_{\text{в.л}}$ — время на возвращение маневрового локомотива из отправочного в сортировочный парк, мин; $T_{\text{пер}}$ — время перерывов в работе вытяжных путей, связанных с экипировкой маневровых локомотивов (если не выдается подменный локомотив), со сменой бригад, с враждебностью маршрутов; $T_{\text{пер}}$ можно принимать в размере 120–180 мин.

Значения $t_{\text{пер}}$ и $t_{\text{в.л}}$ при последовательном расположении парков сортировки и отправления определяются в соответствии с расчетной схемой, представленной на рис. 20.3, а, по формулам:

$$t_{\text{пер}} = \frac{l_{\text{вых}}^{\text{с}} + l_{\text{в}} + l_{\text{вх}}^{\text{от}} + l_{\text{о}}}{16,7v_{\text{пер}}}; \quad (20.22)$$

$$t_{\text{в.л}} = \frac{2l_{\text{вых}}^{\text{от}} + l_{\text{о}} + l_{\text{вх}}^{\text{от}} + l_{\text{в}} + l_{\text{вых}}^{\text{с}}}{16,7v_{\text{л}}}, \quad (20.23)$$

где $l_{\text{вых}}^{\text{с}}$ — длина выходной горловины сортировочного парка, может быть принята 400–500 м; $l_{\text{в}}$ — длина вытяжного пути, 400–500 м; $l_{\text{вх}}^{\text{от}}, l_{\text{вых}}^{\text{от}}$ — длины соответственно входной и выходной горловин парка отправления, $l_{\text{вх}}^{\text{от}} = 400$ –500 м; $l_{\text{вых}}^{\text{от}} = 350$ –400 м; $v_{\text{пер}}$ — средняя скорость перестановки состава, 20–25 км/ч; $v_{\text{л}}$ — средняя скорость движения одиночного локомотива, 35–45 км/ч.

При параллельном расположении парков сортировки и отправления значения $t_{\text{пер}}$ и $t_{\text{в.л}}$ определяются в соответствии с расчетной схемой, приведенной на рис. 20.3, б, по формулам:

$$t_{\text{пер}} = \frac{l_{\text{вых}}^{\text{с}} + 2l_{\text{о}} + l_{\text{вых}}^{\text{от}}}{16,7v_{\text{пер}}}; \quad (20.24)$$

$$t_{\text{в.л}} = \frac{l_{\text{вых}}^{\text{от}} + l_{\text{вых}}^{\text{с}}}{16,7v_{\text{л}}}. \quad (20.25)$$

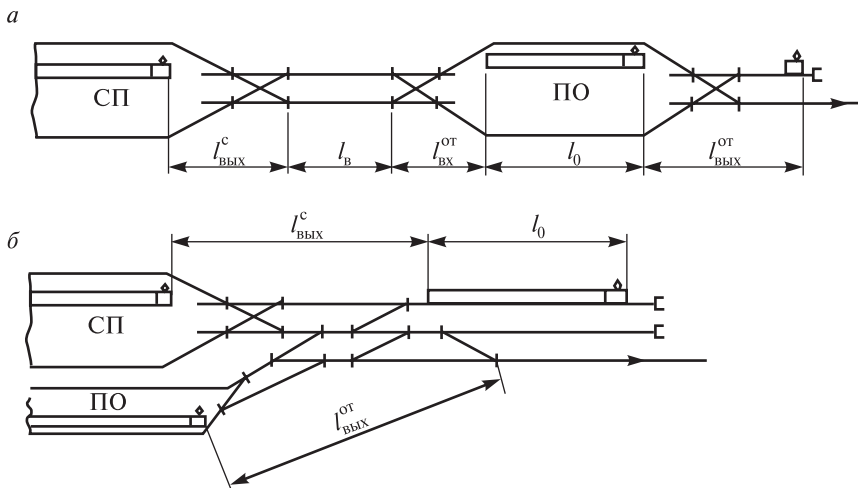


Рис. 20.3. Расчетная схема для определения времени на перестановку состава из сортировочного в отправочный парк, возвращение локомотива в сортировочный парк и отправку поезда:

а — при последовательном расположении сортировочного парка и парка отправления; *б* — при параллельном расположении сортировочного парка и парка отправления; $l_{ВЫХ}^C, l_{ВХ}^{OT}, l_{ВЫХ}^{OT}$ — длина соответственно выходной горловины сортировочного парка, входной и выходной горловин парка отправления; l_0 — полезная длина пути отправления или вытяжного пути

При этом можно принимать $l_{ВЫХ}^C = 450—500$ м; $l_{ВЫХ}^{OT} = 450—500$ м; $v_{пер} = 15$ км/ч; $v_{л} = 20$ км/ч.

Подсчитанное по формуле (20.21) число вытяжных путей округляется в большую сторону.

20.3.3. Парк отправления

Число путей в парке отправления зависит от времени занятия пути одним поездом $t_{зан}^O$, интервала ввода сформированных поездов $I_{ВВ}$ и определяется отдельно для четного и нечетного направлений по формулам:

$$m_{чет}^O = \frac{t_{зан}^O}{I_{ВВ}^{чет}}; \quad m_{неч}^O = \frac{t_{зан}^O}{I_{ВВ}^{неч}}. \quad (20.26)$$

Величина $t_{\text{зан}}^0$ определяется по формуле:

$$t_{\text{зан}}^0 = t_{\text{пер}} + t_{\text{оп}}^0 + t_{\text{ож}}^0 + t_{\text{от}}, \quad (20.27)$$

где $t_{\text{оп}}^0$ — продолжительность операций в парке отправления по технологическому процессу; $t_{\text{ож}}^0$ — время ожидания отправления, мин; при закреплении секций парка отправления за определенными направлениями $t_{\text{ож}}^0$ можно принимать равным $720/n_{\text{гр}}$ ($n_{\text{гр}}$ — общее число грузовых поездов на данное направление); при отправлении из парка поездов на две линии $t_{\text{ож}}^0 = \frac{1440}{\sum n_{\text{гр}}}$ ($\sum n_{\text{гр}}$ — общее число грузовых поездов на оба направления); $t_{\text{от}}$ — время занятия пути при отправлении поезда, мин.

$$t_{\text{от}} = \frac{l_{\text{о}} + l_{\text{вых}}^0}{16,7v_{\text{от}}}, \quad (20.28)$$

где $v_{\text{от}}$ — средняя скорость поезда при отправлении, 25—30 км/ч.

Расчетный интервал ввода сформированных составов в парк отправления на односторонних станциях считается отдельно для четного и нечетного направлений по формулам:

$$I_{\text{вв}}^{\text{чет}} = \frac{n_{\text{расф}} t_{\text{г}}}{n_{\text{ф}}^{\text{чет}}}; \quad I_{\text{вв}}^{\text{неч}} = \frac{n_{\text{расф}} t_{\text{г}}}{n_{\text{ф}}^{\text{неч}}}, \quad (20.29)$$

где $n_{\text{расф}}$ — общее число расформировываемых с горки составов; $n_{\text{ф}}^{\text{чет}}$, $n_{\text{ф}}^{\text{неч}}$ — число формируемых поездов данного направления.

На двусторонних станциях $I_{\text{вв}}$ считается для каждой системы по формуле $I_{\text{вв}}^i = \frac{n_{\text{расф}}^i t_{\text{г}}^i}{n_{\text{ф}}^i}$ ($n_{\text{расф}}^i$ и $n_{\text{ф}}^i$ — число расформировываемых и формируемых в системе составов). Подсчитанные значения $m_{\text{чет}}^0$ и $m_{\text{неч}}^0$ должны быть сопоставлены с данными табл. 20.7. Окончательное число путей в проекте следует принять по результатам сопоставления, но не менее данных табл. 20.7.

Общее число путей в парке отправления поездов своего формирования односторонней сортировочной станции с последовательным расположением парков:

$$m_{\text{общ}}^0 = m_{\text{чет}}^0 + m_{\text{неч}}^0 + m_{\text{в}} + m_{\text{х}}, \quad (20.30)$$

где $m_{\text{х}}$ — число ходовых путей для пропуска поездных локомотивов; $m_{\text{х}} = 1$.

На двусторонних станциях с последовательным расположением парков общее число путей в парках отправления каждой системы:

$$\left. \begin{aligned} m_{\text{общ.чет}}^0 &= m_{\text{чет}}^0 + m_{\text{в}}^{\text{чет}} + m_{\text{х}}^{\text{чет}}; \\ m_{\text{общ.неч}}^0 &= m_{\text{неч}}^0 + m_{\text{в}}^{\text{неч}} + m_{\text{х}}^{\text{неч}}. \end{aligned} \right\} \quad (20.31)$$

Таблица 20.7

Требуемое число в парке отправления сортировочной станции

Расчетное число поступающих поездов в сутки (с учетом угловых и других передач)	Число путей (без ходовых и вытяжных) в парке отправления или транзитном при смене локомотивов и их резерве в размере, %		
	5	15	25
До 12	—	—	—
13—24	—	—	—
25—36	5—7	4—5	4—5
37—48	7—8	5—6	5
49—60	8—9	6—7	5—6
61—72	9—10	7—8	6—7
73—84	10—11	8—9	7—8
85—96	11—12	9—10	8—9
97—108	12—13	10—11	9—10
109—120	13—14	11—12	10
121—132	14—15	12—13	10—11

Примечание. Если расстояние между сортировочным и отправочным парками менее половины длины формируемых составов, то к установленному числу путей парка отправления добавляется требуемое число вытяжных путей.

20.3.4. Приемно-отправочные парки для транзитных поездов

Число приемно-отправочных путей для транзитных поездов считается отдельно для четного и нечетного направлений по формуле:

$$m_{\text{тр}} = \frac{t_{\text{зан}}^{\text{тр}}}{I_{\text{р}}^{\text{тр}}}, \quad (20.32)$$

где $t_{\text{зан}}^{\text{тр}}$ — время занятия пути транзитным поездом, мин; $I_{\text{р}}^{\text{тр}}$ — расчетный интервал поступления транзитных поездов, принимаемый из табл. 20.4.

$$t_{\text{зан}}^{\text{тр}} = t_{\text{пр}} + t_{\text{оп}}^{\text{тр}} + t_{\text{ож}}^0 + t_{\text{от}}, \quad (20.33)$$

где $t_{\text{оп}}^{\text{тр}}$ — продолжительность операций по технологическому процессу с транзитным поездом.

Обозначения остальных элементов приведены выше. Полученные расчетом для каждого направления значения $m_{\text{тр}}$ должны быть сопоставлены с данными табл. 20.7 и окончательно приняты не менее величин, приведенных в этой таблице.

20.4. Проектирование плана, профиля и горловин парков сортировочных станций

Расположение путей сортировочных станций в плане и профиле должно соответствовать общим требованиям по проектированию станций и сортировочных устройств на них.

При выборе взаимного расположения отдельных парков следует обеспечивать более короткие маневровые передвижения и хорошую видимость и, вместе с тем, возможность увеличения числа путей в парках и их удлинения при увеличении нормы полезной длины путей. С этой целью расстояние от последней стрелки выходной горловины сортировочного парка до первой стрелки отправочного парка при их последовательном расположении следует принимать не менее 400—500 м. Участки путей от стрелочных горловин парков приема и отправления до места примыкания к главным путям рекомендуется проектировать, по возможности, прямыми на длине 200—400 м.

При последовательном расположении парков сортировочной станции оси парков располагают, по возможности, по одной прямой продольной оси, что обеспечивает лучшие условия эксплуатации и последующего развития. Если прямую ось получить нельзя, то последовательно расположенные отдельные парки укладывают под некоторыми, возможно меньшими углами излома. При этом местом излома выбирают выходную горловину предгорочного парка, голову сортировочного парка в пределах стрелочной зоны или хвостовую горловину сортировочного парка (см. рис. 20.4). Указанные изломы продольной оси, которые часто имеют место в одной из сортировочных систем двусторонней станции, не ухудшают условий работы станции в целом. Для обеспечения лучшей видимости сигналов продольные оси отдельных парков располагают на прямых участках.

Что касается продольного профиля путей и схем горловин, то требования к проектированию для каждого парка, вытекающие из условий обеспечения безопасности работы, исключения самопро-

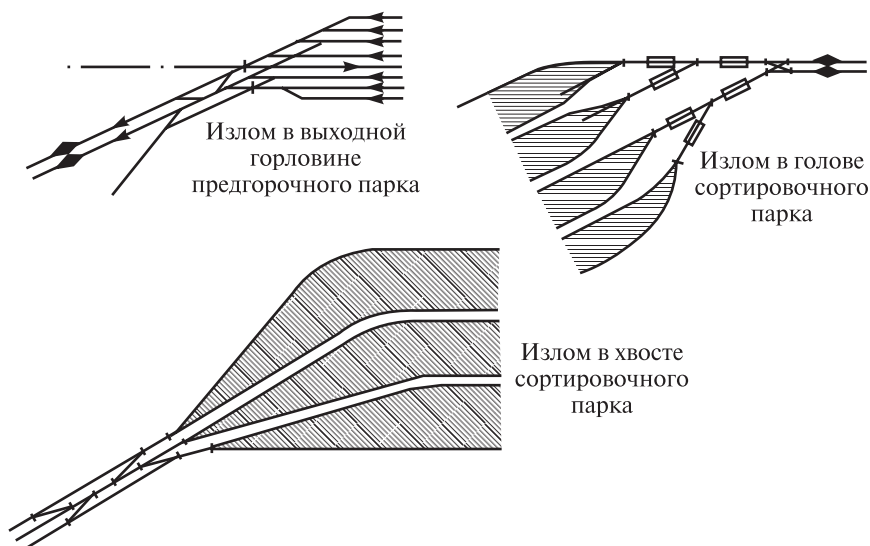


Рис. 20.4. Варианты изломов продольной оси при последовательном расположении парков сортировочной станции

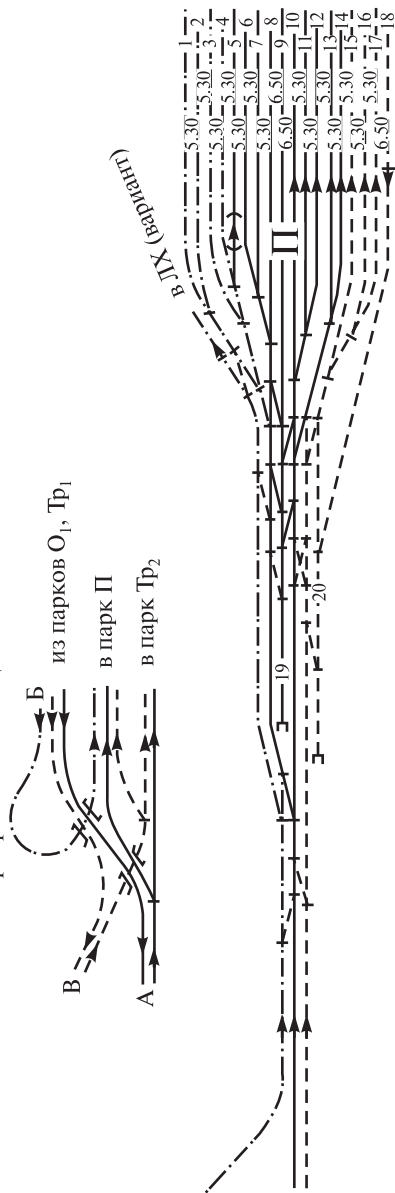
извольного ухода вагонов и выполнения необходимого числа параллельных операций в горловинах, излагаются ниже.

Парк приема сортировочной станции проектируют, как правило, на горизонтальной площадке с трехэлементным профилем (см. п. 5.4). Допускается сохранять этот парк на спуске в сторону горки крутизной до 1 ‰. Расположение этого парка на спуске от 1 до 2,5 ‰ или на подъеме до 2 ‰ допускается лишь на переустройствах станциях в особо трудных местных условиях при соответствующем обосновании.

Горловины парка должны быть секционированы для возможности параллельного выполнения нескольких технологических операций. На односторонних станциях пути парков приема обычно специализируют для четных и нечетных поездов, однако для повышения надежности работы при сбоях в движении и проведении работ по ремонту путей предусматривают возможность приема поездов с любого подхода на любой путь парка.

Основные схемы горловин парков приема приведены на рис. 20.5 и 20.6. Штриховыми линиями показана возможность примыкания дополнительных подходов.

а
Схема развязки подходов, примыкающих
к сортировочной станции



б

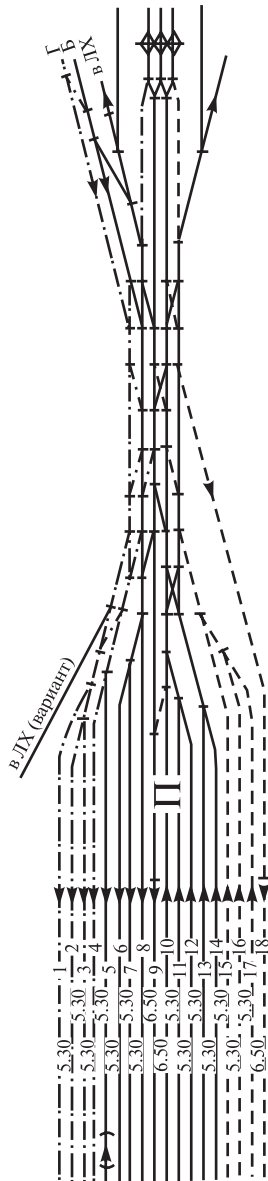
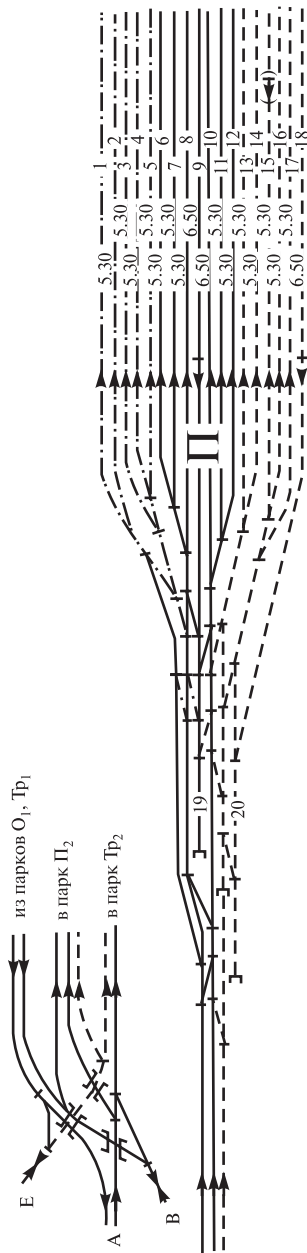


Рис. 20.5. Схемы входной (а) и выходной (б) горловин парка приема односторонней сортировочной станции

a Схема развязки подходов, примыкающих к сортировочной станции



б

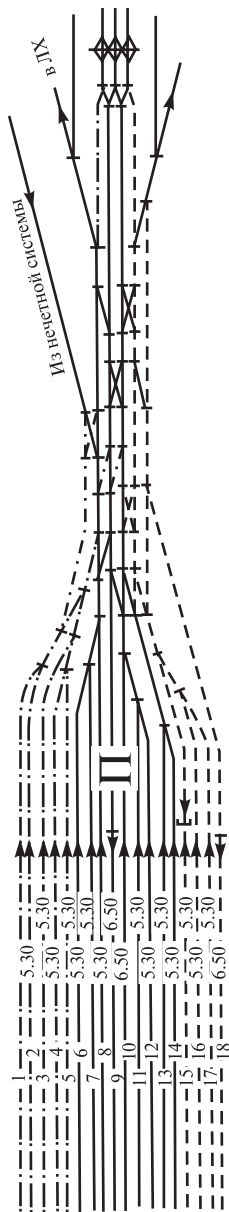


Рис. 20.6. Схемы входной (а) и выходной (б) горловин парка приема двусторонней сортировочной станции

Схемы входных горловин должны обеспечивать возможность одновременного приема поездов со всех примыкающих к парку подходов, а также заезд горочного локомотива в тупик или из тупика на пути одной из секций парка за составами, подлежащими роспуску с горки. На односторонних станциях с горкой большой или средней мощности (см. рис. 20.5, *а*), кроме того, необходимо обеспечить уборку поездных локомотивов от поездов, прибывающих с направления, противоположного направлению сортировки.

Выходная (предгорочная) горловина парка приема является наиболее загруженным элементом станции. Здесь должны обеспечиваться одновременно заезд горочного локомотива за очередным составом, надвиг и роспуск (при параллельном роспуске — двух составов), уборка поездных локомотивов с части путей в депо. Кроме того, в схеме парка приема односторонней станции, представленной на рис. 20.5, *б*, одновременно с указанными операциями должен обеспечиваться прием поездов с направления, противоположного направлению сортировки, а в схеме парка приема двусторонней станции (см рис. 20.6, *б*) — угловых передач из четной сортировочной системы.

Для уменьшения задержек при расформировании составов, из-за пропуска в депо поездных локомотивов, в схемах выходных горловин могут быть предусмотрены шлюзовые участки, на которых поездные локомотивы будут находиться в ожидании освобождения нижнего надвижного пути, не мешая надвигу очередного состава с верхних путей парка на горку в обход шлюза. Наименьшее число враждебных маршрутов имеет место в горловине с горкой повышенной мощности, представленной на рис. 20.5, *б*. В этом случае отсутствует прием поездов со стороны горки, а пропуск поездных локомотивов в депо с нижних путей парка может осуществляться без пересечения предгорочной горловины по обходному пути, а затем через путепровод под горкой.

Нормы проектирования продольного профиля сортировочных парков и горочных горловин этих парков детально рассмотрен в главе 19.

Выходные горловины сортировочных парков могут проектироваться с использованием стрелочных переводов марок 1/9 (см. рис. 20.7). Во всех схемах должна обеспечиваться взаимозаменяемость вытяжных путей, одновременная работа всех маневровых локомотивов,

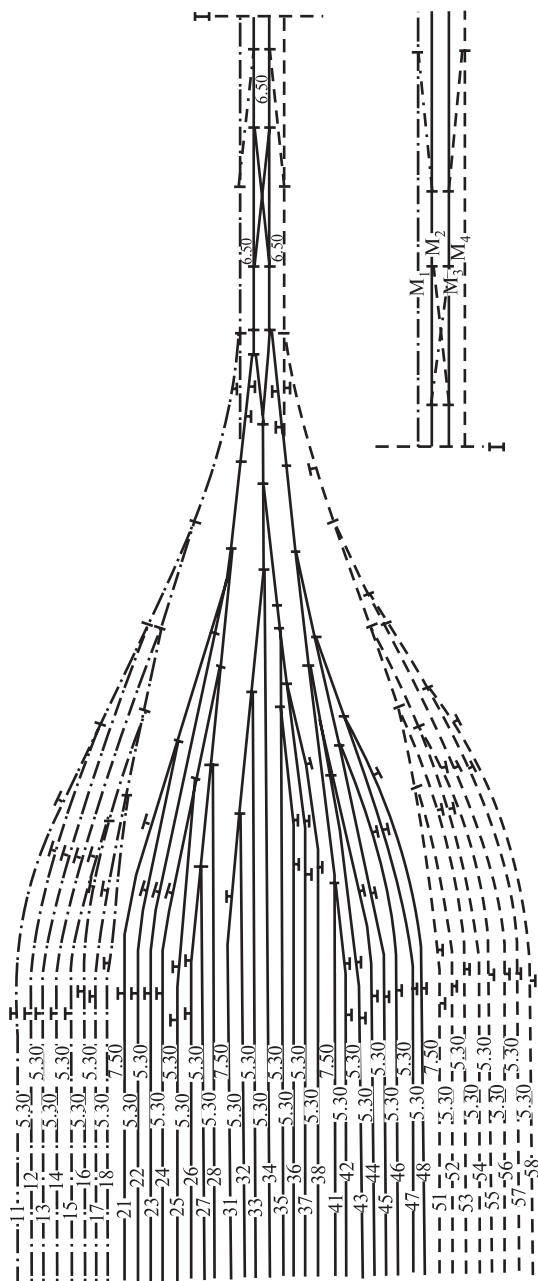


Рис. 20.7. Схема выходной горловины сортировочного парка на 40 путей

занятых формированием поездов, а также подача поездных локомотивов и отправление поездов на перегон с путей сортировочного парка. Число вытяжных путей принимается не менее числа маневровых локомотивов. Для уменьшения простоя составов в ожидании формирования количество секций (пучков) в горловине нередко предусматривают больше числа вытяжных путей. Это дает возможность использовать каждый маневровый локомотив в любой из двух смежных секций парка.

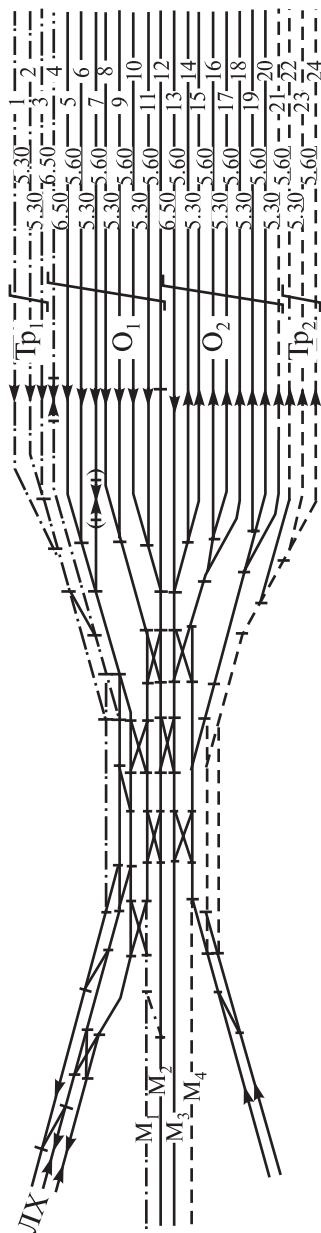
Для формирования групповых поездов, а также для подборки местных вагонов по грузовым районам на одном из вытяжных путей может предусматриваться горка малой мощности. Во всех случаях обеспечивается возможность увеличения числа сортировочных и вытяжных путей с минимальными затратами.

Парк отправления сортировочной станции следует располагать на площадке с трехэлементным профилем или подъеме крутизной до 1 ‰, что облегчает остановку переставляемых из сортировочного парка составов. В особо трудных местных условиях, при переустройстве существующих станций, отправочный парк допускается проектировать на спуске или подъеме крутизной до 2,5 ‰, с обоснованием такого решения технико-экономическими расчетами.

На односторонних станциях пути парка отправления специализируются по направлениям, однако для повышения маневренности обычно предусматривается возможность отправления поездов со всех путей парка на все подходы. При объединении парков отправления с приемо-отправочными парками (путями) для транзитных поездов необходимо обеспечить взаимозаменяемость путей в этих парках.

Входная горловина объединенного парка отправления односторонней сортировочной станции (см. рис. 20.8, а) должна обеспечивать возможность одновременной работы на всех вытяжных путях с выходом на пути парка, приема нечетных и отправления четных транзитных поездов, подачи поездных локомотивов из депо под поезда (на часть путей) или обратно. Поскольку маршруты отправления четных поездов своего формирования пересекают маршруты перестановки составов и пропуска поездных локомотивов, нижняя часть входной горловины может лимитировать работу станции. В этом случае возможно устройство петлевого выхода для отправления четных поездов через выходную горловину парка.

а



б

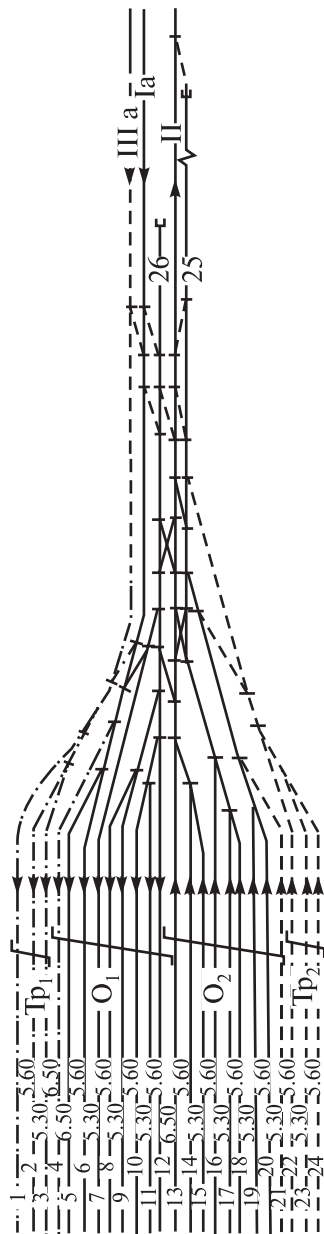


Рис. 20.8. Схемы входной (а) и выходной (б) торловин объединенного парка отправления односторонней сортировочной станции с последовательным расположением парков

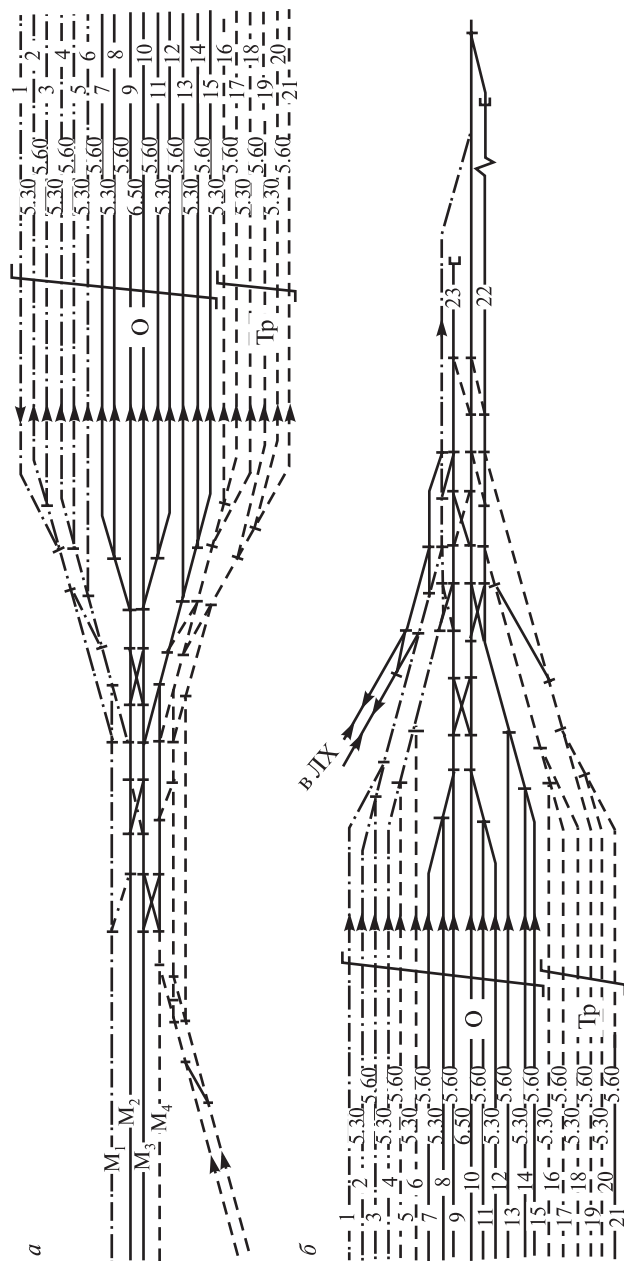


Рис. 20.9. Схемы входной (а) и выходной (б) горловин парка отправления двусторонней сортировочной станции с последовательным расположением парков

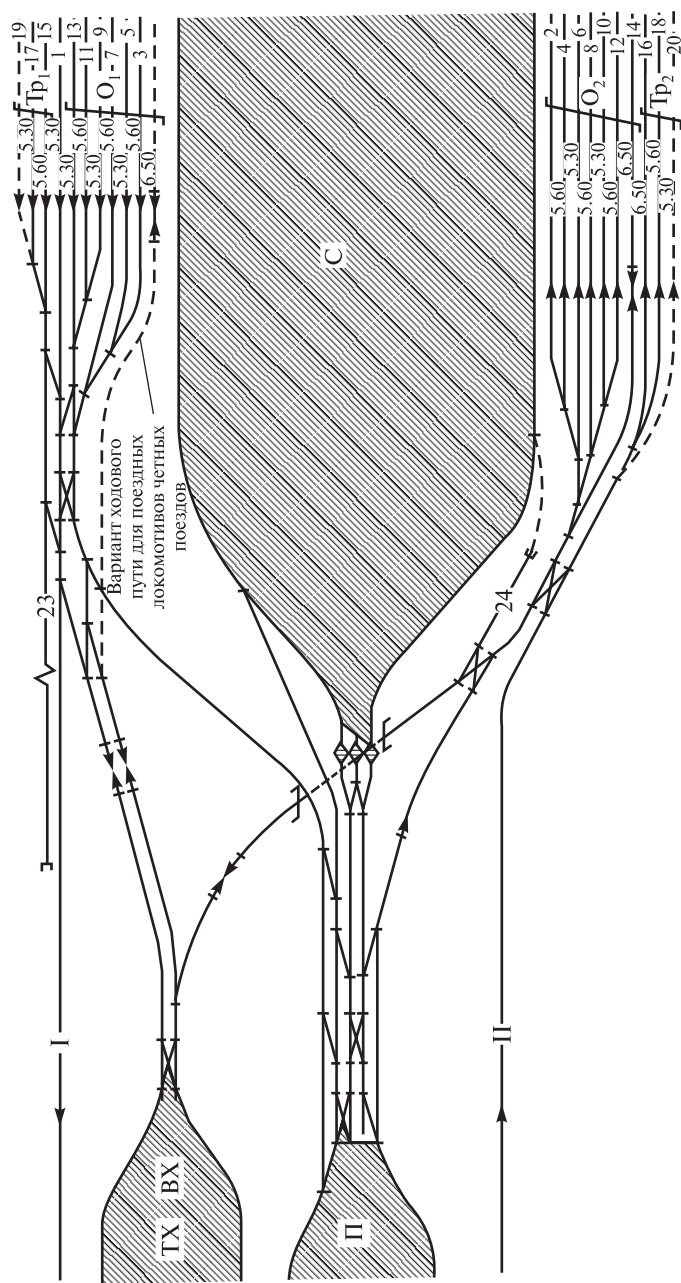


Рис. 20.10. Схемы горловин парков отправления и транзитных сортировочной станции комбинированного типа (со стороны горки)

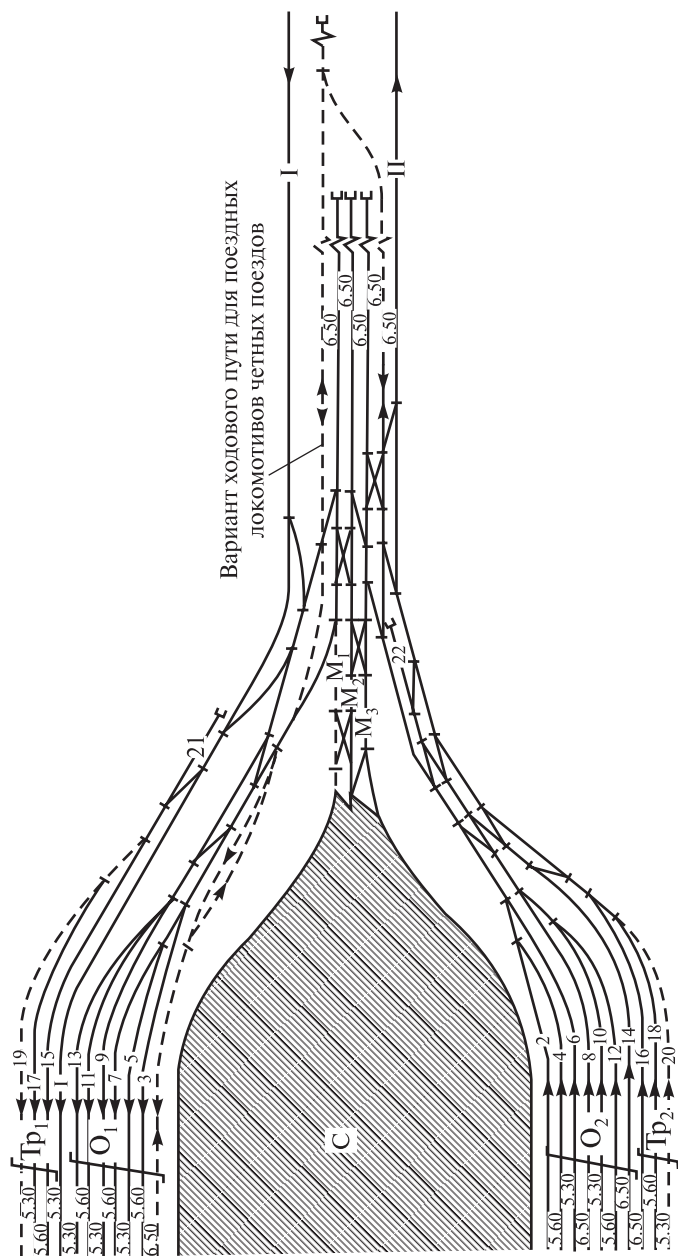


Рис. 20.11. Схемы горловин парков отправления и транзитных сортировочной станции комбинированного типа (со стороны вытяжных путей)

Выходная горловина парка отправления односторонней станции обеспечивает возможность одновременного выполнения до 4 операций: отправление четных поездов своего формирования, прием нечетных транзитных поездов, маневровая работа на вытяжном пути 25 и подача поездных или маневровых локомотивов в тупик 26 или обратно (см. рис. 20.8, б).

Горловины парков отправления двусторонних сортировочных станций (см. рис. 20.9) менее загружены и поэтому более просты по конструкции.

Схемы горловин объединенных парков отправления и транзитных для сортировочной станции комбинированного типа представлены на рис. 20.10 (со стороны горки) и на рис. 20.11 (со стороны вытяжных путей). Подача поездных локомотивов из депо под составы отправляемых четных поездов предусматривается по ходовому пути через путепровод под горкой. В парке этот ходовой путь укладывают между путями отправления поездов своего формирования и приемо-отправочными путями для транзитных поездов. Это обеспечивает возможность приема и отправления транзитных поездов одновременно с пропуском поездных локомотивов из депо по ходовому пути в тупик 22 (см. рис. 20.11) или обратно из тупика 22 в депо.

При отсутствии возможности сооружения путепровода под горкой, ходовой путь для подачи поездных локомотивов из депо под четные поезда и обратно укладывают рядом с парком отправления нечетных поездов в обход вытяжных путей формирования. Этот вариант показан на рис. 20.10 и 20.11 штриховыми линиями.

20.5. Примыкание путей необщего пользования к сортировочным станциям

К сортировочным станциям, как правило, примыкают подъездные пути, обслуживающие крупные предприятия или целые промышленные районы с большим вагонооборотом (пути необщего пользования).

Выбор места примыкания зависит во многом от расположения предприятия (промышленного района) по отношению к станции, числа подаваемых вагонов и характера вагонопотока: маршрутизированный или с переработкой.

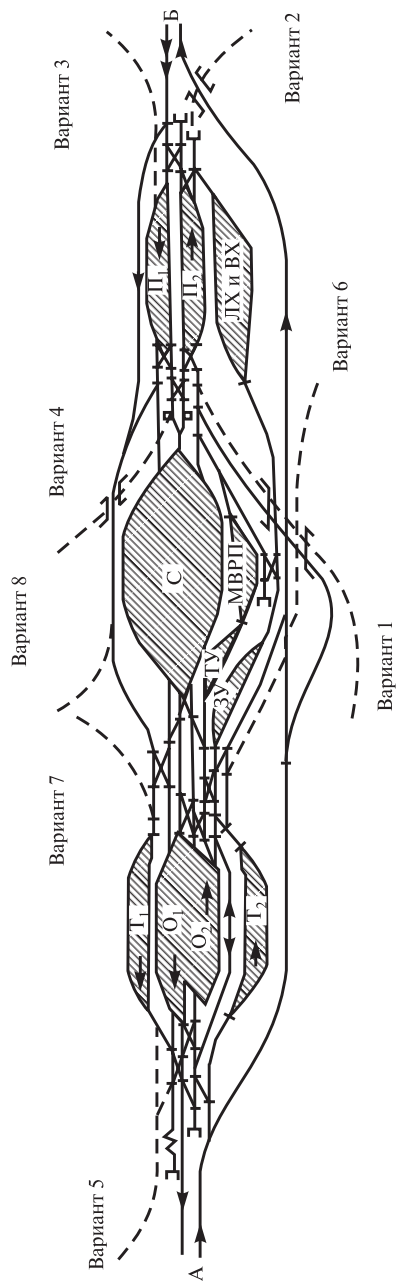


Рис. 20.12. Варианты примыкания путей необщего пользования к односторонней сортировочной станции с последовательным расположением парков

Возможные варианты примыкания путей необщего пользования к односторонней сортировочной станции с последовательным расположением парков показаны на рис. 20.12. В случаях поступления вагонов в маршрутах со стороны «А» целесообразны варианты 1 и 2, а со стороны «Б» — варианты 3 и 4. Если же вагоны поступают на пути необщего пользования после переработки на станции, то примыкание удобнее осуществлять по вариантам 5, 6 и 7. Вариант 8 допускается лишь для предприятий с небольшим вагонооборотом.

Для крупных предприятий и промышленных районов с большим вагонопотоком в обоих направлениях желательно иметь примыкание как с транзитным или отправочным парком, так и с парком приема. Это обеспечивается сочетанием двух вариантов примыкания (2 и 6), обеспечивающим поточность следования как маршрутизированных, так и перерабатываемых вагонопотоков в обоих направлениях.

20.6. Основные причины и принципы развития и переустройства сортировочных станций

20.6.1. Причины развития и переустройства сортировочных станций и требования к проектам переустройства

Необходимость развития и реконструкции сортировочных станций возникает в связи с ростом грузооборота, примыканием новых линий, электрификацией примыкающих подходов, введением более мощных локомотивов, организацией обращения соединенных поездов и др. В отдельных случаях необходимость реконструкции связана с концентрацией сортировочной работы на меньшем числе станций, оборудованных современными устройствами механизации и автоматизации производственных процессов. Частичное переустройство станций может быть вызвано необходимостью улучшения конструкции горловин, профиля парковых путей для улучшения условий надвига составов, предотвращения ухода вагонов, сооружения развязок подходов и внутростанционных пересечений маршрутов.

Рост размеров работы станции требует увеличения числа путей в парках или добавления новых парков, переустройства горки для повышения перерабатывающей способности, а в ряде случаев изменения принципиальной схемы станции, в том числе перехода

от односторонней схемы к двусторонней или от двусторонней к односторонней.

При значительном повышении весовых норм на примыкающих направлениях принимается новая стандартная длина приемо-отправочных путей. Это вызывает необходимость удлинения путей, которое в парках приема и отправления производится, как правило, в сторону перегонов, а в сортировочных парках — в сторону вытяжных путей.

К проектам переустройства сортировочных станций помимо обязательных (см. п. 7.1) предъявляют следующие основные требования:

- максимальное сохранение и рациональное использование существующих путей, имеющихся капитальных устройств и сооружений;

- устранение недостатков, имеющихся в схеме расположения парков, развитии и техническом оснащении отдельных элементов; сохранение без передвижек и изменения отметок основных парков, ограничиваясь перекладкой горловин;

- приближение нетиповых схем к наиболее рациональным типовым, рассмотренным в главе 18;

- поэтапное выполнение работ с условием, чтобы каждый этап давал увеличение пропускной способности и строительство могло вестись без больших помех в работе станции и существенного снижения ее пропускной и перерабатывающей способности.

Переустройство сортировочных станций может включать: увеличение числа путей в парках станции, удлинение путей, улучшение конструкций горловин, переустройство горки в связи с ее механизацией и автоматизацией или добавлением путей в сортировочном парке, укладку дополнительных (второго, третьего, четвертого) путей надвига, а также спускных и обходных путей, сооружение путепроводных развязок на подходах к станции и др.

На многих станциях, не подлежащих реконструкции, необходимо устранить имеющиеся недостатки:

- выправить профиль спускной части горки, привести его к проектному положению, которое устанавливается проверочным расчетом; при этом могут быть пересмотрены размещение и мощность тормозных позиций;

— улучшить выходную горловину парка приема для возможности пропуска поездных локомотивов от прибывающих поездов параллельно с роспуском составов;

— улучшить за счет секционирования хвостовую горловину сортировочного парка для возможности параллельной работы маневровых локомотивов на соседних пучках.

Переустройство существующей станции, при котором изменяется ее принципиальная схема, добавляются новые парки, изменяется расположение локомотивного хозяйства или сооружаются для сокращения пробега локомотивов дополнительные экипировочные устройства, называют реконструкцией станции. Реконструкция станции может быть связана также с переходом от односторонней к двусторонней станции или от двусторонней к односторонней. Переход от односторонней станции к двусторонней осуществляют при достижении объемов переработки, превышающих перерабатывающую способность односторонней станции, а переход от двусторонней станции к односторонней может быть связан со значительным спадом объемов переработки вагонов (в этом случае одна сортировочная система консервируется) или же обусловлен целесообразностью замены несовершенной схемы двусторонней станции (с параллельным или комбинированным расположением парков в системах) на прогрессивную одностороннюю схему с последовательным расположением парков.

На горочных станциях, где парк приема расположен параллельно сортировочному, очень важно при реконструкции уложить новый предгорочный парк последовательно с сортировочным, если это позволяют местные условия. На односторонних станциях этот парк необходимо проектировать объединенным для всех примыкающих направлений.

В состав проектов строительства новых и реконструкции существующих сортировочных станций входит проект организации строительства, в котором для каждой утвержденной очереди развития устанавливается рациональная этапность выполнения работ, выбираются способы производства работ по их основным видам, определяется потребность в производственных ресурсах (материалах, машинах, транспортных средствах и др.) и рабочих кадрах, составляется график организации строительства со сроками выполнения работ подготовительного и основного периодов. Для слож-

ных горловин в проекте организации строительства разрабатывают схемы переключения путей при переходе от одного этапа работ к другому.

Подготовительный этап обычно включает укладку нескольких временных путей (по возможности с небольшим объемом земляных работ и на постоянных отметках), подачу на эти пути составов с механизмами и материалами и рабочих поездов, подводку временной связи и линии электроснабжения, постройку некоторых из предусмотренных в проекте служебных зданий, которые могут быть временно использованы строительной организацией в качестве санитарно-бытовых помещений для работников стройки. Кроме того, ведется общая подготовка площадки строительства (снос и перенос зданий и сооружений, линий связи, электроснабжения и др.).

Первый этап строительства включает производство земляных работ принятым в проекте способом (землеройными машинами, автосамосвалами, гидромеханизацией, поездной возкой и т.д.), возведение искусственных сооружений и начало укладки путей с балластировкой, чтобы обеспечить в дальнейшем комплексную механизацию путеукладочных и балластировочных работ.

Последующие этапы строительства определяются графиком выполнения работ.

При переустройстве станций часть строительно-монтажных работ (переключение путей, разборка и укладка стрелочных переводов на действующих путях и др.) выполняется в предоставляемые строителям «окна» (перерывы в движении поездов и маневровой работе). Это предъявляет особые требования к порядку и соблюдению сроков выполнения работ, создает трудности строителям и вызывает помехи в эксплуатационной работе станции и временное изменение ее технологии. Продолжительность «окон», а, следовательно, и время выполнения работ ограничивается, поэтому сроки строительства удлиняются.

В последние годы для увеличения темпов строительных работ при реконструкции некоторых станций и узлов стали применять скоростной метод. При этом методе вместо выделения в течение длительного периода большого количества «окон» эксплуатационная работа с переустраиваемого парка или другого элемента станции снимается на определенный период (до нескольких суток), в ходе которого ведется интенсивная круглосуточная работа на широком

фронте с максимальной концентрацией строительной техники и рабочей силы.

Сортировочная работа на период скоростного строительства переносится на другие станции, а доставленные в подготовительный период комплекты стрелочных переводов, рельсошпальных решеток, железобетонных конструкций искусственных сооружений и необходимая строительная техника позволяют за несколько дней выполнить объем работ, требующий при работе в «окна» 2—3 года и более.

20.6.2. Примеры вариантов переустройства сортировочных станций

Характерные примеры реконструкции сортировочных станций представлены на рис. 20.13—20.16.

При реконструкции односторонней сортировочной станции с параллельным расположением парков приема и сортировки (см. рис. 20.13) наиболее рациональным вариантом является устройство нового предгорочного парка последовательно с сортировочным, если это позволяют местные условия. На односторонних станциях этот парк целесообразно сделать объединенным для всех примыкающих подходов. Главный нечетный путь выносится на новую трассу по объемлющей схеме. Это несколько ухудшит условия обслуживания пассажиров из-за разобщения платформ на остановочном пункте, но обеспечит ликвидацию пересечений маршрутов в горловинах. Четный приемо-отправочный парк ПО-II после переустройства будет специализирован для транзитных поездов, а нечетный — ПО-I для транзитных поездов и поездов своего формирования нечетного направления. Между выходными горловинами парка приема и нечетного транзитного парка сооружают экипировочные устройства (ЭУ), что позволяет сократить пробеги поездных локомотивов. В обход парка приема запроектирован ходовой путь для пропуска поездных локомотивов от нечетных поездов в депо и из депо в нечетный приемо-отправочный парк. Этот путь пересекает маршруты приема четных поездов в предгорочный парк, что является недостатком схемы. Между сортировочным и нечетным приемо-отправочным парком целесообразно уложить ходовой путь, показанный штриховой линией, для подачи локомотивов от нечетных поездов, имеющих оборот на станции, в отправочный парк О.

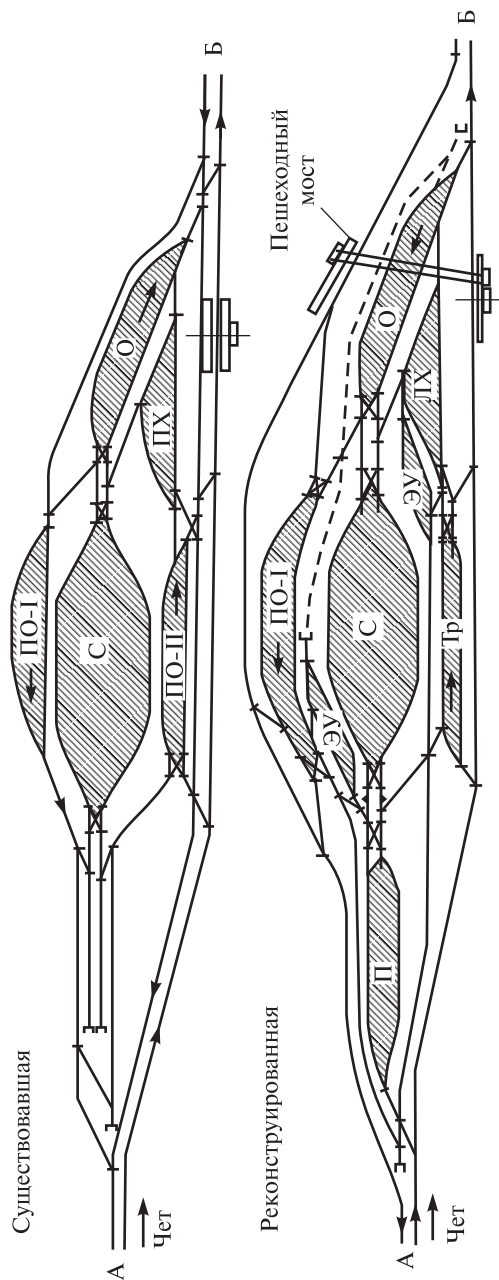


Рис. 20.13. Пример реконструкции односторонней сортировочной станции по схеме с последовательным расположением парков

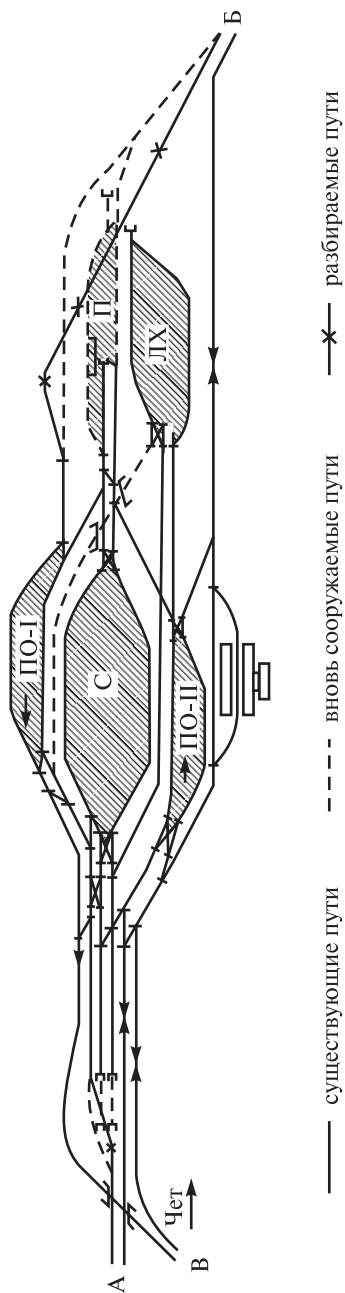


Рис. 20.14. Пример реконструкции сортировочной станции по комбинированной схеме

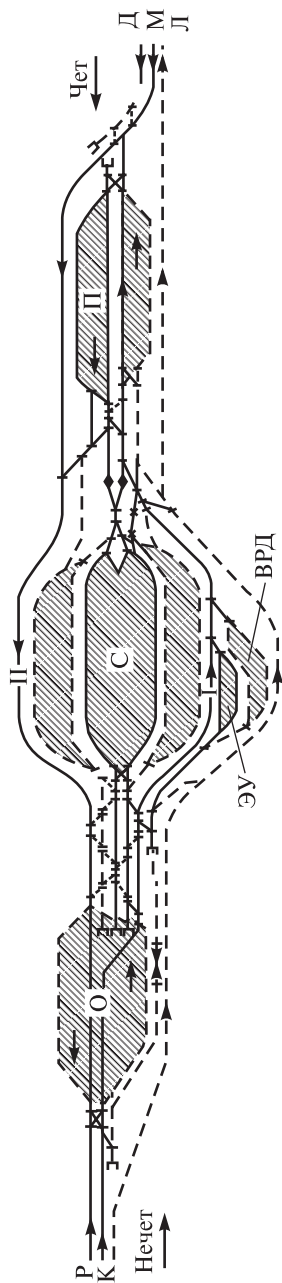


Рис. 20.15. Схема этапного развития новой сортировочной станции: первый этап развития станции показан сплошными линиями; второй этап развития станции показан штриховыми линиями

На рис. 20.14 показан пример реконструкции односторонней сортировочной станции с параллельным расположением приемо-отправочных и сортировочного парка. В проекте реконструкции предусмотрена укладка нового предгорочного парка последовательно с сортировочным, что обеспечивает значительное повышение перерабатывающей способности горки и станции в целом, улучшает условия ее работы. Устройство нового парка требует изменения трассы нечетного подхода из «Б». Для пропуска поездных локомотивов нечетных поездов намечается сооружение путепровода под горкой.

Так как размеры пассажирского движения небольшие, пассажирские поезда обоих направлений пропускают по четному главному пути.

На рис. 20.15 показан пример этапного развития новой сортировочной станции в крупном железнодорожном узле, к которому примыкает пять подходов. До переустройства сортировочная работа в узле и обработка транзитных грузовых поездов была рассредоточена на существующей сортировочной станции и на расположенной последовательно с ней пассажирской станции. На сортировочной станции с параллельным расположением парков имеется 8 приемо-отправочных и 16 сортировочно-отправочных путей, а на пассажирской станции для грузового движения использовалось 5 приемо-отправочных и 12 сортировочных путей, расположенных параллельно. Здесь же размещается основное локомотивное депо и грузовой район.

При разработке проекта развития узла было обосновано решение о строительстве новой сортировочной станции с выносом на новое место на обходе узла.

Первый, уже реализованный, этап развития этой станции показан на рис. 20.15 сплошными линиями. В нем было предусмотрено сооружение парка приема из 6 путей, сортировочно-отправочного парка из 16 путей и экипировочных устройств для тепловозов. После ввода первого этапа развития станции в эксплуатацию на нее была возложена та часть сортировочной работы узла, которая раньше выполнялась на пассажирской станции, что дало возможность построить на месте сортировочного парка этой станции современную пассажирскую техническую станцию для обработки составов пассажирских поездов.

Второй этап развития станции, показанный на рис. 20.15 штриховыми линиями, предусматривает концентрацию на ней сортировочной работы по расформированию всех поступающих в переработку поездов и формирование участковых и сквозных поездов на все примыкающие подходы.

Существующая сортировочная станция превращается при этом во вспомогательную, являющуюся отдельной технологической линией по формированию сборных и вывозных поездов на все прилегающие участки и подачу на пути необщего пользования и грузовой район с местами общего пользования.

На новой станции накопление вагонов сборных и вывозных поездов на все направления и местных вагонов в адрес промышленных предприятий узла предусмотрено на двух сортировочных путях без подборки. После накопления составов они должны передаваться на вспомогательную (существующую) сортировочную станцию, где предусмотрена повторная сортировка вагонов вначале по направлениям, а затем по назначениям с подборкой групп вагонов сборных поездов по станциям участков, а местных передач — по фронтам погрузки-выгрузки грузового района и подъездных путей предприятий.

Транзитные грузовые поезда предусмотрено обрабатывать как на существующей, так и на новой сортировочной станции.

Новая технология сортировочной работы в узле позволяет существенно сократить простои вагонов сквозных и участковых поездов, которые они имели в ожидании окончания формирования, поскольку для отправления сборных и вывозных поездов по твердым ниткам графика они формировались в первую очередь.

Второй этап развития новой станции включает укладку дополнительно пяти путей в парке приема, шестнадцати (двух пучков) в сортировочном парке, сооружение парка отправления из четырнадцати путей, расширение цеха для технического обслуживания ТО-2 и экипировки локомотивов и строительство ремонтного вагонного депо для грузовых вагонов.

На рис. 20.16 приведена схема реконструкции двусторонней сортировочной станции с параллельным расположением парков с переустройством ее в одностороннюю с последовательным расположением парков. В результате реконструкции станции и сооружения развязок подходов в разных уровнях возрастает перерабатывающая

способность, существенно сократится штат станции, повысится производительность труда, снизится себестоимость переработки вагонов, уменьшатся задержки поездов из-за враждебности маршрутов.

20.7. Обоснование этапности развития сортировочных станций

20.7.1. Исходные положения теории этапного развития станций

Особенностью станций, как инженерных сооружений является то, что их наличная пропускная (перерабатывающая) способность n_n может увеличиваться только дискретно (скачкообразно) за счет укладки дополнительных путей, усиления горки, увеличения числа маневровых локомотивов и бригад ПТО и целого ряда других мероприятий, в то время как потребная пропускная способность n_p , определяемая размерами предстоящих перевозок, с течением времени изменяется (растет) непрерывно (рис. 20.17).

В соответствии с требованиями нормативных документов для обеспечения эффективности инвестиций развитие железнодорожных узлов и крупных станций предусматривается по этапам (очередям). Это означает, что при растущих объемах работы первоначальная мощность устройств, характеризуемая наличной пропускной и перерабатывающей способностью, предусматривается такой, чтобы обеспечить освоение заданных объемов работы только на какой-

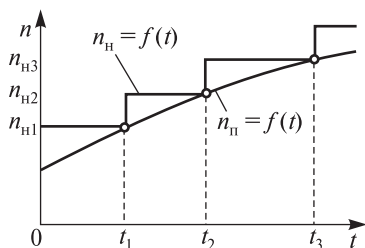


Рис. 20.17. График изменения наличной (n_n) и потребной (n_p) пропускной способности станционных устройств во времени (t): t_1 , t_2 и t_3 — моменты времени этапного наращивания мощности устройств станции

то начальный период эксплуатации (расчетный срок), а затем мощность постепенно (поэтапно) наращивается в соответствии с увеличением объемов работы.

Из рис. 20.17 следует, что чем большей принять начальную мощность устройств станции, тем дольше она будет устойчиво работать без переустройства. Однако слишком большой резерв мощности приводит к замораживанию части инвестиций. Небольшой запас мощности требует частого переустройства и вызывает необходимость дополнительных

расходов на повторную организацию строительства и выполнение реконструктивных работ в процессе эксплуатации станции. Таким образом, проблема этапности, т.е. выбора частоты и шага изменения мощности станционных устройств, связана с необходимостью разрешения диалектического противоречия между стремлением к экономии инвестиций и желанием обеспечить при этом устойчивую работу станции.

Наличная пропускная способность станции определяется ее путевым развитием, техническим оснащением и технологией работы. Совокупность значений параметров, характеризующих уровень технического развития и технологического обеспечения (число путей в парках, схема их взаимного расположения, число надвижных, спускных и обходных путей, а также средства автоматизации на горке, количество вытяжных путей формирования, маневровых локомотивов на горке и вытяжных путях, бригад ПТО в парках приема и отправления и др.) составляет вариант технического состояния станции. Изменение хотя бы одного параметра переводит станцию в другое состояние. Под *оптимальным вариантом этапности развития станции* понимается такая последовательность мероприятий по усилению технического состояния станции и такие сроки реализации этих мероприятий, которые обеспечивают минимум приведенных строительно-эксплуатационных затрат. Другими словами, оптимальная этапность характеризует собой оптимальную траекторию изменения наличной мощности станционных устройств в координатах «время — состояние».

Основными факторами, определяющими оптимальную этапность развития станции являются: начальное значение, характер и темпы роста размеров работы; значения и тенденции изменения стоимостных показателей (удельных нормативов капитальных затрат и эксплуатационных расходов) во времени; параметры неравномерности поступления и обработки поездов, составов и вагонов.

Степень приближения реально намечаемой этапности к оптимальной будет определяться точностью прогноза перспективных объемов работы, полнотой проработки возможных вариантов технического состояния и подсчета сравниваемых показателей, использованием прогрессивных технических и технологических решений, возможностями финансирования работ по развитию станции.

При оптимизации этапности развития сортировочных станций целесообразно исходить из следующих предпосылок:

- выбор варианта этапности развития отдельной станции должен рассматриваться как составная часть задачи оптимизации развития узла, направления или полигона сети железных дорог;
- этапное развитие имеет смысл только при устойчивой тенденции роста размеров перевозочной работы.

Анализ возможных методов оптимизации дискретных процессов, к которым относится и процесс этапного развития станций, показал, что в качестве математического аппарата для решения этой задачи целесообразно использовать метод динамического программирования, что подтверждают исследования, выполненные во Всероссийском научно-исследовательском институте железнодорожного транспорта и вузах железнодорожного транспорта.

20.7.2. Общая методика обоснования этапности развития сортировочных станций

Постановка задачи

Проектируемая станция рассматривается как физическая система S , состояние которой S_j характеризуется набором значений параметров, являющихся показателями ее технического состояния и технологического обеспечения. Система взаимодействует с потоком транспортных единиц $n(k)$, состоящим из k категорий поездов, который характеризуется неравномерностью внутри года, имеет тенденцию роста по годам ($n_t(k) > n_{t-1}(k)$) и практически не зависит от состояния системы S .

Система является управляемой, изменение или сохранение ее состояния в момент времени t выражает собой *управление* или *переход* $U_i^j(t)$, в результате которого станция переходит из одного состояния в другое ($i \neq j$) или остается без изменения ($i = j$).

Каждому состоянию станции S_j и году эксплуатации t , определяющему поток поездов $n_t(k)$, соответствует набор показателей ее работы (пробеги и простои подвижного состава, объем маневровой работы, эксплуатационный штат работников различных служб и др.). Денежное выражение совокупности этих показателей составляет годовые эксплуатационные расходы $C_{t,j}$, являющиеся частью критерия эффективности. Переход станции из одного состояния S_i

в другое S_j ($i \neq j$) сопряжен с необходимостью определенных затрат $K_{i \rightarrow j}$, составляющих вторую часть критерия эффективности. Под оптимизацией этапности развития понимается поиск такого набора управлений $U_i^j(t)$ ($i = 1, 2, \dots, j; j = 1, 2, \dots, n; t = 1, 2, \dots, T$), который обеспечил бы за планируемый период T минимум приведенных затрат, выражаемых формулой (20.34).

В основе метода динамического программирования лежит разбиение вычислительного процесса на отдельные шаги. В пределах каждого шага вычислений определяется набор условно-оптимальных управлений (переходов). После определения условно-оптимальных переходов на последнем шаге наилучший вариант развития системы находится путем прохождения в обратном направлении по найденным условно-оптимальным переходам.

Поскольку при проектировании станций чаще приходится иметь дело с развитием существующих объектов, начальное состояние которых известно, задачу оптимизации этапности их развития целесообразно решать в прямом направлении, условно разделив ее на 3 части: пошаговый расчет критерия эффективности и определение условно-оптимальных переходов; выбор оптимального состояния в конце планируемого периода; установление наиболее целесообразного технического состояния по всем годам расчетного периода, т.е. оптимальной траектории развития.

Исходными данными для расчетов являются предварительно подсчитанные значения:

- капитальных затрат (необходимых инвестиций) на развитие станции по вариантам $S_1, S_2, \dots, S_N$ (массив начальных капиталовложений $K(N)$);

- капитальных затрат, необходимых для перехода от одного варианта технического состояния к другим (матрица капитальных затрат $K(M, N)$);

- годовых эксплуатационных расходов по вариантам технического состояния и годам расчетного периода (матрица эксплуатационных расходов $C(T, N)$).

Пошаговый расчет критерия эффективности и определения условно-оптимальных переходов

Этот расчет может быть осуществлен на основе рекуррентного соотношения, предложенного Р. Бэллманом:

$$\begin{aligned} \Theta_{t,j}^{\text{опт}} &= \min(\Theta_{t-1,i}^{\text{опт}} + \Delta\Theta_{t,j}(U_i^j)); \\ (t &= 1, 2, \dots, T; j = 1, 2, \dots, n; i = 1, 2, \dots, j), \end{aligned} \quad (20.34)$$

где $\Theta_{t,j}^{\text{опт}}$ — минимальное значение суммарных приведенных затрат в год t для достижения к этому году состояния станции S_j ; $\Theta_{t-1,i}^{\text{опт}}$ — то же, в год $t-1$ для состояния S_i ; $\Delta\Theta_{t,j}(U_i^j)$ — приращение критерия эффективности в год t при переходе из состояния S_i в S_j .

$$\Delta\Theta_{t,j}(U_i^j) = K_{i \rightarrow j} \alpha_t + C_{t,i} \alpha_t, \quad (20.35)$$

где $K_{i \rightarrow j}$ — капитальные затраты для перехода от i -го к j -му варианту технического состояния; $C_{t,i}$ — эксплуатационные расходы в год t для i -го варианта технического состояния; α_t — коэффициент дисконтирования затрат

$$\alpha_t = \frac{1}{(1+E)^t}, \quad (20.36)$$

где E — норма дисконта.

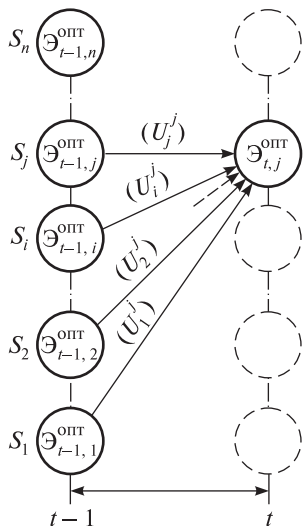


Рис. 20.18. Схема выбора условно-оптимальных этапов развития станции: S — состояния станции; t — год эксплуатации; Θ — критерий эффективности; U — управляющее воздействие

Для поиска оптимального решения может быть применен алгоритм «киевский веник», суть которого состоит в следующем. Пусть в конце шага $(t-1)$ станция имеет n состояний, обеспечивающих освоение заданных размеров работы: $S_1, S_2, \dots, S_j, \dots, S_n$ (см. рис. 20.18). Каждому из этих состояний соответствуют минимальные значения общих приведенных затрат от начала периода сравнения вариантов $\Theta_{t-1,1}^{\text{опт}}, \Theta_{t-1,2}^{\text{опт}}, \dots, \Theta_{t-1,j}^{\text{опт}}, \dots, \Theta_{t-1,n}^{\text{опт}}$. Переход станции на шаге t продолжительностью 1 год в состояние $S_{t,j}$ возможен из всех состояний от S_1 до S_j в результате перехода $(U_1^j), (U_2^j), \dots, (U_j^j), (U_j^j)$. При этом в зависимости от управления значение критерия оптимальности $\Theta_{t,j}$ будет принимать следующие значения:

$$(20.37)$$

где $K_{1 \rightarrow j}, K_{2 \rightarrow j}, \dots, K_{i \rightarrow j}$ — капитальные затраты, необходимые для перехода соответственно от состояния $S_1, S_2, \dots, S_i$ к состоянию S_j ; $C_{t,1}, C_{t,2}, \dots, C_{t,i}$ — эксплуатационные расходы в год t для вариантов технического состояния $1, 2, \dots, i, j$;

Оптимальным переходом на шаге t для состояния S_j будет тот, который обеспечивает $\min \mathfrak{E}_{t,j}$. Этот переход запоминается, а все остальные переходы из дальнейшего рассмотрения исключаются (отмечаются).

Таким образом, для каждого варианта технического состояния на каждом шаге существует один единственный переход, который дает минимум критерия эффективности.

Для новой станции значения критерия эффективности при выборе условно-оптимальных переходов на первом шаге определяются следующим образом;

$$(20.38)$$

где $\Theta_{1,1}^{\text{опт}}, \Theta_{1,2}^{\text{опт}}, \dots, \Theta_{1,j}^{\text{опт}}, \dots, \Theta_{1,n}^{\text{опт}}$ — минимальные значения приведенных расходов в конце первого шага оптимизации, соответствующие вариантам технического состояния в конце шага $S_{1,1}, S_{1,2}, \dots, S_{1,j}, \dots, S_{1,n}$; $K_1, K_2, \dots, K_j, \dots, K_n$ — исходные капиталовложения, т.е. инвестиции, необходимые для развития станции к началу расчетного периода по вариантам $S_1, S_2, \dots, S_j, \dots, S_n$.

Остальные элементы системы выражений (20.38) понятны из пояснений к системе (20.37).

Если же речь идет о развитии существующей станции, то в качестве первого варианта технического состояния принимается ее состояние до переустройства, поэтому на первом шаге оптимизации переход к каждому из намечаемых вариантов технического состояния будет единственным — от существующего состояния, и все переходы на первом шаге считаются потенциально оптимальными. Значения критерия эффективности при том будут определяться однозначно первыми строками выражений $\Theta_{1,1}^{\text{опт}}, \Theta_{1,2}^{\text{опт}}, \dots, \Theta_{1,j}^{\text{опт}}, \dots, \Theta_{1,n}^{\text{опт}}$ в системе (20.38).

На втором шаге оптимизации условно-оптимальные переходы определяются по минимуму критерия эффективности из выражений, аналогичных системе (20.38), но первые члены в правой части выражений будут представлять значения критерия эффективности при условно-оптимальных переходах на первом шаге, т.е. учитывают решение на предыдущем шаге, а второй и третий члены правой части строк характеризуют приращение критерия эффективности при условно-оптимальных переходах на первом шаге, т.е. учитывают решение на предыдущем шаге. Второй или второй и третий члены правой части строк характеризуют приращение критерия эффективности на рассматриваемом шаге при соответствующем управлении $\Delta\Theta_{2,j}(U_i^j)(t = 1, 2, \dots, j; j = 1, 2, \dots, n)$.

Аналогично второму шагу процедура выбора оптимальных переходов производится на всех остальных шагах.

Процесс поиска рациональной этапности целесообразно представлять в виде графа переходов (см. рис. 20.19) в узлах которого проставляются значения $\Theta_{t,j}^{\text{опт}}$, определяемые по формуле (20.34), а на соединяющих узлы дугах — значения приращения приведенных затрат, вычисляемые по формуле (20.35). Дуги, соответствующие условно-оптимальным переходам отмечаются (крестиками или точками) и запоминаются.

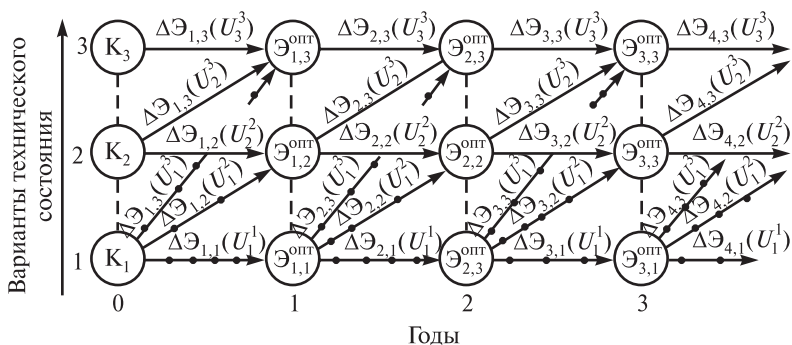


Рис. 20.19. Форма графа переходов

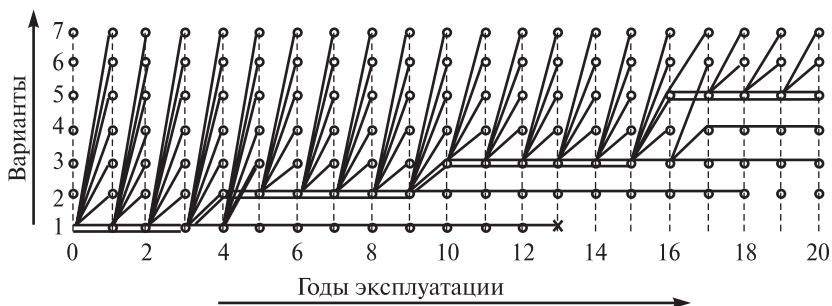


Рис. 20.20. График условно-оптимальных этапов развития станции

Показав только отмеченные дуги, получим график условно-оптимальных переходов (см. рис. 20.20), а из него — график оптимальной этапности развития станции (двойная линия на рис. 20.20).

20.7.3. Пример определения оптимальной этапности развития сортировочной станции

Для иллюстрации метода обоснования оптимальной этапности развития сортировочной станции ниже приведен пример из «Инструктивных указаний по этапному развитию односторонних сортировочных станций и планированию потребных для этого капитальных вложений».

В исходном состоянии станция имеет комбинированное расположение парков с последовательным размещением парка приема из

10 путей и сортировочного из 32 путей. Параллельно сортировочному парку расположены четный и нечетный приемо-отправочные парки для обработки поездов своего формирования и транзитных, в каждом из которых уложено по 8 путей. Сортировочная горка с двумя путями надвига и одним спускным путем механизирована и на ней работает 3 горочных локомотива. В хвостовой горловине сортировочного парка имеется 3 вытяжных пути формирования, на которых работают 3 маневровых локомотива.

Начальный объем переработки — 60 поездов в сутки; состав поезда — 50 вагонов, масса 4000 т; полезная длина приемо-отправочных путей — 850 м, сортировочных — 950 м. Темп роста объемов переработки в течение 20-летнего периода — 3 % в год.

Характеристика вариантов технического состояния представлена в табл. 20.8. В состав строительных затрат для матрицы капитальных затрат включается стоимость работ, указанных в табл. 20.8, а также стоимость укладки дополнительных путей в парках приема и отправления. Для расчета элементов критерия эффективности используются масштабные планы развития станции, по которым определяют объемы работ.

В составе эксплуатационных расходов учтены для каждого варианта технического состояния и года эксплуатации, определяющего размеры работы в парках станции, затраты по пробегу подвижного состава, простоя в процессе выполнения технологических операций и в их ожидании (включая задержки из-за враждебности маршрутов), расходы по маневровой работе и содержанию постоянных устройств станции.

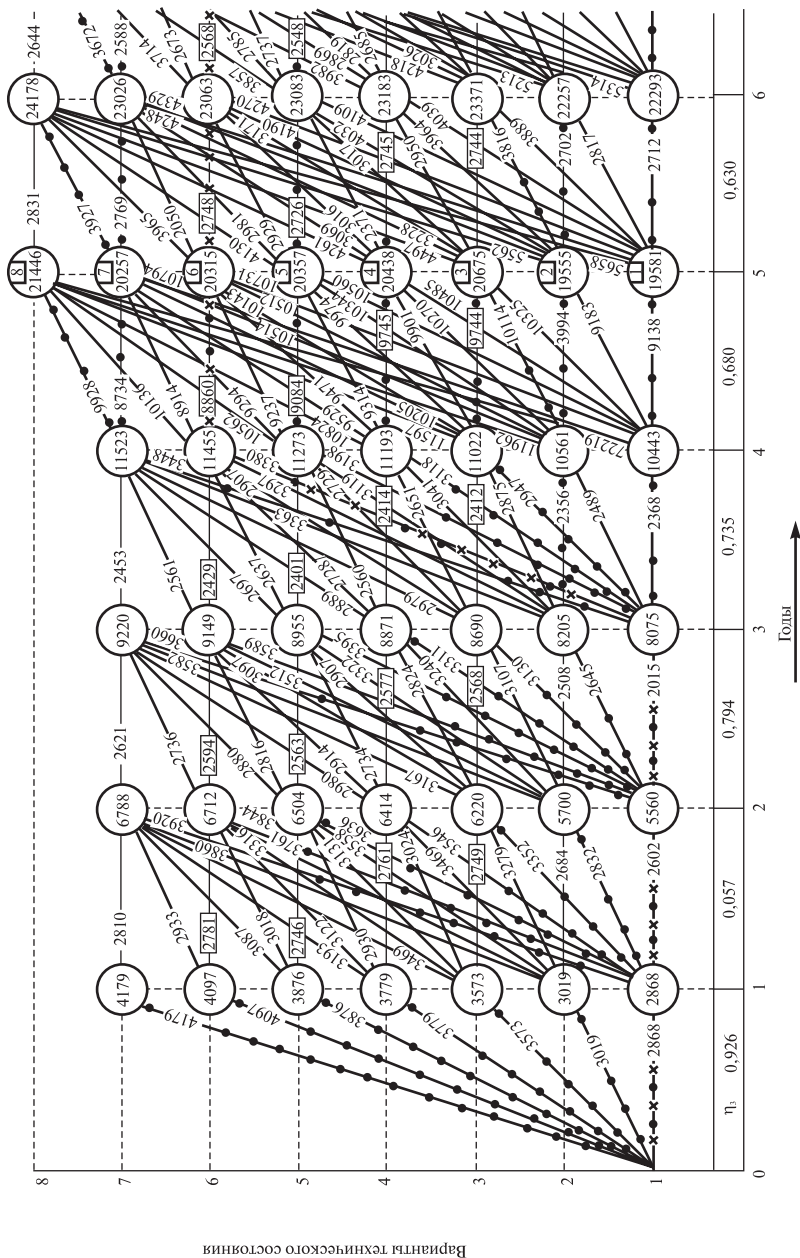
Порядок расчета капитальных затрат и эксплуатационных расходов детально изложен в «Инструктивных указаниях по этапному развитию односторонних сортировочных станций и планированию потребных для этого капитальных вложений».

Результаты расчетов в виде графа переходов представлены на рис. 20.21, из которого видно, что существующее развитие станции целесообразно сохранять до четвертого года эксплуатации, в конце которого целесообразно перейти сразу к шестому варианту технического состояния, которое целесообразно сохранять до конца расчетного периода.

Таблица 20.8

Характеристика вариантов технического состояния станции

Номер варианта	Наименование мероприятий по развитию станции	Число путей			Число маневровых локомотивов		Горочный технологический интервал, мин
		надвижных	спускных	вытяжных формирования	на горке	на вытяжных путях	
1	Исходный (описан выше в данном параграфе)	2	1	3	3	3	14,1
2	Строительство второго пути роспуска	2	2	3	3	3	13,5
3	Строительство путепровода под горкой, четвертого вытяжного пути и ввод четвертого маневрового локомотива	2	2	4	4	3	12,8
4	Строительство третьего пути надвига и ввод на горке четвертого маневрового локомотива	3	2	4	4	4	11,2
5	Оборудование горки и локомотивов устройствами АЗСР и ТГЛ	3	2	4	4	4	10,5
6	Строительство парка отправления последовательно сортировочному, третьего пути роспуска и ввод пятого локомотива на горке, увеличение числа сортировочных путей до 40	3	3	4	4	5	9,7
7	Строительство четвертого пути надвига, пятого вытяжного пути и ввод пятого маневрового локомотива	4	3	5	5	5	9,2
8	Строительство полукольцевого подхода (с путепроводом) в парк приема, увеличение числа сортировочных путей до 48	4	3	5	5	5	8,6



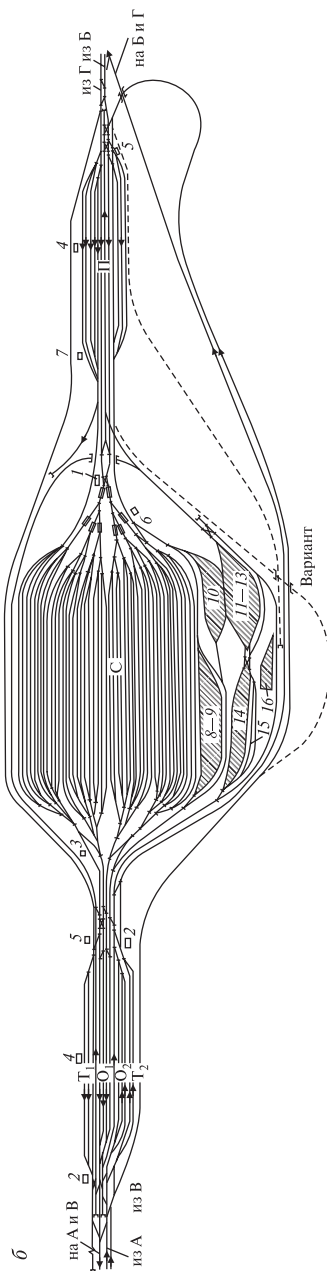
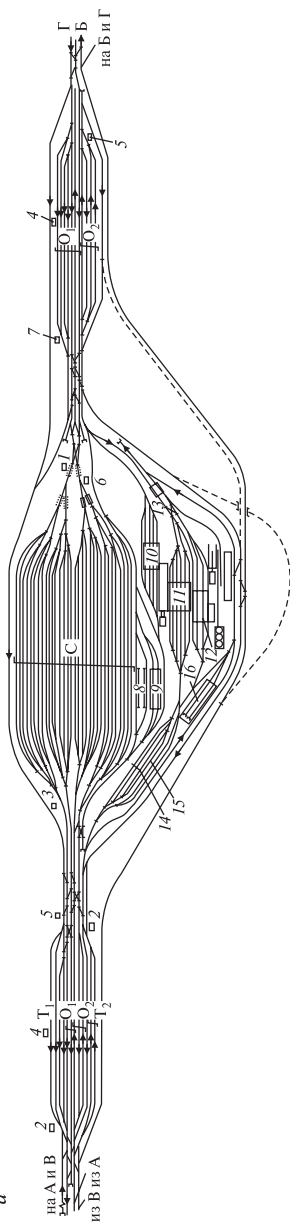


Рис. 20.22. Схемы односторонних сортировочных станций с последовательным расположением парков:

Рис. 20.22. Схемы односторонних сортировочных станций с последовательным расположением парков:
a — с горкой большой или средней мощности; *б* — с горкой повышенной мощности; *1* — центральный пост управления; *2* — пост дежурного по управлению (с помещением для обогрева вагонников); *3* — пост дежурного и составителей по формированию поездов; *4* — пункт технического осмотра; *5* — помещение для обогрева вагонников; *б* — компрессорная и мастерские; *7* — приемный пункт пневмопечей; *8* — площадка сортировки контейнеров; *9* — сортировочная платформа; *10* — вагонное хозяйство; *11* — ремонтное локомотивное депо; *12* — устройство для технического осмотра и экипировки локомотивов; *13* — площадка наружной очистки и обмывки локомотивов; *14* — парк стоянки готовых к работе локомотивов; *15* — пути пожарного и восстановительного поездов; *16* — материальный склад

К концу четвертого года эксплуатации станция должна иметь последовательное расположение парков, три пути надвига и три пути роспуска, 40 путей в сортировочном парке, 4 вытяжных пути формирования. На горке, которая к тому времени должна быть оборудована устройствами АЗСР и ТГЛ, должно работать 5 маневровых локомотивов, а на вытяжных путях — 5 локомотивов.

Из приведенного примера видно, что развитие сортировочных станций целесообразно вести крупными этапами.

На рис. 20.22 показаны в путях два примера схем новых сортировочных станций, которые дают представление о полном комплексе устройств на сортировочных станциях.

Контрольные вопросы

1. Каковы основные причины развития и реконструкции сортировочных станций?
2. Назовите основные виды работ, выполняемых при развитии и реконструкции сортировочных станций.
3. Какие мероприятия реализуются при увеличении размеров переработки вагонов в парках приема и отправления сортировочных станций?
4. Приведите примеры работ по повышению перерабатывающей способности сортировочных горок.
5. Перечислите требования к проектам развития и переустройства сортировочных станций.
6. Какие факторы обуславливают целесообразность строительства и развития сортировочных станций не сразу на полное развитие, а по этапам (очередям)?
7. Перечислите принципы, которые закладываются в основу обоснования рациональной этапности развития станций.
8. Что такое граф переходов? Что указывается в узлах и на соединяющих их дугах?
9. Напишите условие целесообразности перехода к очередному этапу развития.

Глава 21. ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ СОРТИРОВОЧНЫХ СТАНЦИЙ ЗАРУБЕЖНЫХ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ

21.1. Сортировочные станции США и Канады

Основные сортировочные станции *железных дорог США* раньше строились в основном по двусторонним схемам. Число этих станций было велико, а перерабатывающая способность — невысокой. Наличие на сети железных дорог большого количества маломощных сортировочных станций приводило к большому числу переработок вагонов, снижало скорость продвижения вагонопотоков и увеличивало транспортные расходы.

Для восстановления конкурентоспособности железных дорог в 1960-х гг. началась реализация концепции концентрации переработки вагонопотоков на мощных, хорошо технически оснащенных сортировочных станциях. Реализация этой программы потребовала строительства в крупных узлах новых и реконструкции ряда существующих сортировочных станций, которые проектировались преимущественно односторонними, по возможности с последовательным расположением всех парков или хотя бы парков приема и сортировки.

В США на построенных ранее станциях уложено большое число путей в парках приема и отправления (до 20 путей) и, кроме основных, предусмотрены дополнительные парки (для отстоя порожних вагонов, сортировки вагонов с мелкими отправлениями, неисправных вагонов и др.). На односторонних станциях, построенных начиная с конца 1950-х гг. число путей в парках приема и отправления значительно меньше: в объединенных парках приема — 9—15 путей, а в парках отправления по 5-6 путей на каждое направление. Полезная длина путей в этих парках составляет 1200—1700 м, а на отдельных станциях до 2500—3100 м (станция Колтон-Западный). Это объясняется большими длинами и массой обращающихся поездов.

Сортировочные парки имеют количество путей, достигающее на 20 станциях 48 и более (Ситико — 60, Бейли — 62, Бенсенвилл и Перлман — по 70, Янг — 72). При этом длина сортировочных путей существенно меньше, чем в парках приема и отправления; обычно она колеблется от 400 до 900 м. Поэтому составы поездов накапливаются на нескольких путях и переставляются в парки отправления по частям. Для этого в средней части этих парков между путями укладываются съезды. На станциях с большим местным вагонопотоком устраивают дополнительные группировочные парки для местных вагонов.

В связи с большим числом путей в подгорочных парках высота сортировочных горок составляет от 4,2 до 6,2 м (на отдельных станциях до 8 м), а крутизна первого скоростного уклона — до 60 %. Горки в большинстве случаев имеют два пути надвига и один спускной путь (на некоторых станциях — два спускных пути), оборудованы вагонными замедлителями, горочной автоматической централизацией и системами автоматизации процесса роспуска составов. Автоматизированные системы регулирования скорости скатывания отцепов работают успешно во многом благодаря высокой допустимой скорости соударения вагонов (10 км/ч и более), что обуславливает менее жесткие требования к величине скорости выхода отцепов с тормозных позиций. На станциях применяется громкоговорящая связь, а также радиосвязь с маневровыми локомотивами. У путей надвига перед горкой с двух сторон установлены телекамеры для осмотра ходовых частей вагонов.

При обращении длинносоставных поездов последовательное расположение парков требует весьма большой длины станционной площадки, что во многих случаях затруднено местными условиями топографии и застройки прилегающей территории. Поэтому многие станции построены по комбинированным схемам, в которых парки приема и сортировки размещены последовательно, а парки отправления — параллельно сортировочному парку.

Характерным примером сортировочных станций США является крупная односторонняя станция Янг, построенная в 1958 г. и заменившая две больших и 10 малых сортировочных станций (см. рис. 21.1).

В объединенном парке приема этой станции было построено 15 путей, в сортировочном — 72, в парке отправления восточно-

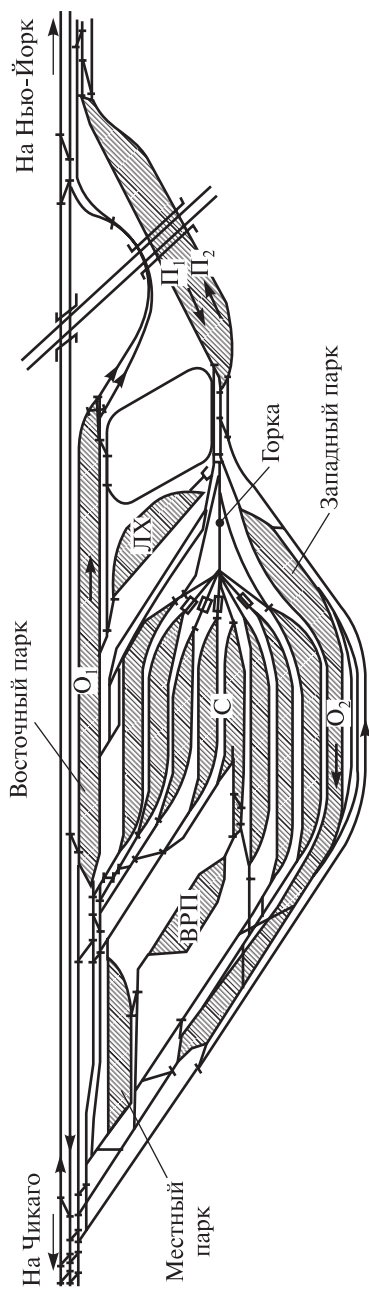


Рис. 21.1. Схема сортировочной станции Янг (США):

$П_1$ и $П_2$ — парки приема соответственно для нечетных и четных поездов; O_1 и O_2 — парки отправления соответственно для нечетных и четных поездов; C — сортировочный парк; ВРП — парк стоянки вагонов, требующих ремонта; ЛХ — локомотивное хозяйство

го направления — 5, западного — 6 путей. Сортировочный парк разделен на 8 пучков по 9 путей в каждом. Пути средних пучков имеют вместимость от 32 до 49 вагонов, а крайних пучков — от 49 до 88 вагонов. Последовательно с основным сортировочным парком расположены группировочный парк для подборки местных вагонов (местный парк) и пути для ремонта вагонов (ВРП). Пути для обработки транзитных поездов расположены рядом с путями восточного парка отправления поездов своего формирования. Горловина восточного парка отправления со стороны Чикаго и выходные концы трех ближних к нему пучков сортировочного парка приближены друг к другу для удобства формирования и перестановки составов по частям. Западный парк отправления расположен последовательно с парком приема. Для удобства перестановки длинных составов по частям, а также для установки коротких поездов между путями этого парка в середине уложены съезды. Длина станции составляет 6,5 км.

Некоторые односторонние сортировочные станции (Джон Севье, Ситико, Хамлет и др.) имеют более простую схему: парки приема и сортировочный парк расположены последовательно, а объединенный парк отправления — параллельно сортировочному и частично парку приема. При отправлении поездов в местах примыкания выходов со станции к главным путям имеют место пересечения в одном уровне маршрутов приема и отправления поездов. Имеются также станции с параллельным или частично смещенным расположением парков.

Наряду с односторонними в США имеются и двусторонние сортировочные станции. Одной из крупнейших среди этих станций и наиболее совершенной по проектному решению является станция Бейли в узле Норт-Платт, которая включает в себя два сортировочных комплекта для восточного и западного направлений. Та часть станции, которая обслуживает восточное направление, Бейли-Восточная, построена по последовательной схеме с запада на восток, а Бейли-Западная, обслуживающая западное направление, имеет параллельное расположение парков приема, сортировки и отправления. По условиям рельефа местности и направлению преобладающих ветров скатывание отцепов с обоих горок происходит в одном (восточном) направлении. В каждой сортировочной системе в парках приема уложено по 8 путей. Восточная система

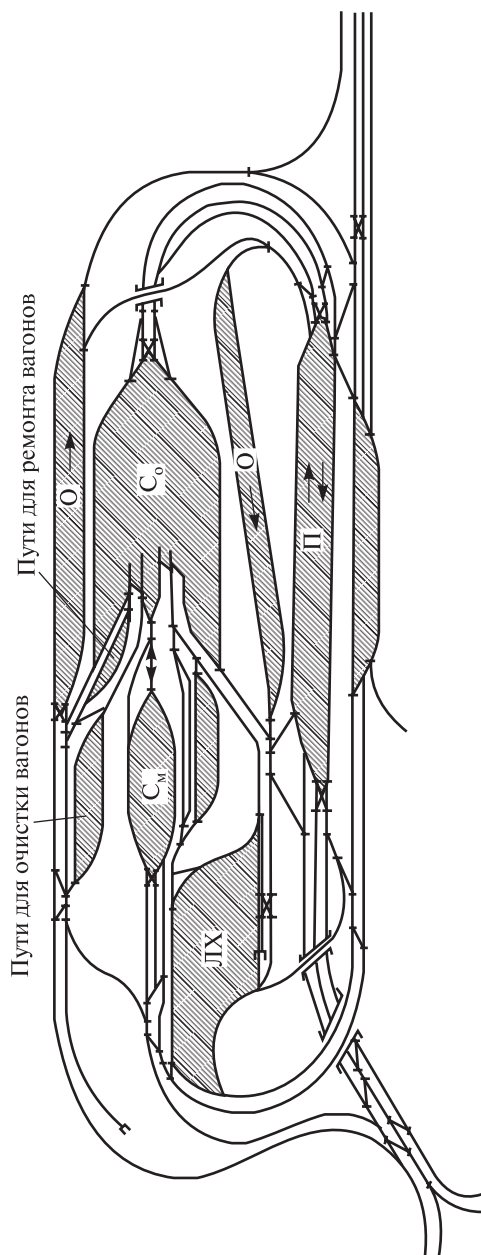


Рис. 21.2. Схема сортировочной станции Монреаль (Канада):

С_О — основной сортировочный парк; С_М — группировочный парк для подборки местных вагонов (местный парк);
 О — парк отправления; П — парк приема

имеет 64 сортировочных и 7 отправочных путей, а западная — соответственно 50 и 10 путей. Горка восточной системы имеет два надвижных и два спускных пути, а в западной системе на горке уложен один надвижной и один спускной путь. Обе сортировочные системы станции полностью автоматизированы. Перерабатывающая способность станции составляет 5000 вагонов в сутки.

На железных дорогах Канады с середины шестидесятых и до начала восьмидесятых годов XX века реконструированы и автоматизированы 5 крупных односторонних сортировочных станций: Монреаль, Монктон, Симингтон, Торонто и Алайт.

На станции Монреаль (см. рис. 21.2) последовательно с основным сортировочным парком из 84 путей размещена вторая горка и сортировочный парк на 40 путей для детальной сортировки местных вагонов, которые накапливаются на средних путях основного сортировочного парка (Со). Из-за ограничений по длине площадки парки приема и отправления территориально расположены параллельно сортировочному, а последовательная схема размещения парка приема по отношению к сортировочному обеспечивается за счет укладки путей надвига на кривой.

На станции Торонто также последовательно с основным сортировочным парком из 67 путей размещены вторая горка и местный сортировочный парк (C_m) из 50 путей. Парки приема и отправления на этой станции размещены параллельно основному сортировочному парку. На станциях Монреаль и Симингтон основные горки имеют по два спускных пути, а система горочной автоматической централизации позволяет осуществлять параллельный роспуск двух составов. Суточная перерабатывающая способность станций Монреаль и Симингтон составляет по 7000 вагонов, Торонто — 5000 и Алайт — 3000 вагонов.

21.2. Сортировочные станции Западной Европы

На железных дорогах Великобритании в 1960-х гг. были выполнены большие работы по реконструкции и строительству девяти крупных сортировочных станций, в том числе двух новых двусторонних станций. С тех пор из-за развития автомобильных и контейнерных перевозок несколько станций закрыли, а оставшиеся сократили, все сортировочные горки были закрыты.

На новых односторонних станциях в парках приема (в то время) было уложено по 12—14 путей, в парках отправления — 8—12,

а в сортировочных — 40—50 путей. Вместимость путей составляла 60—80 вагонов. Перерабатывающая способность односторонних станций составляла от 3000 до 4500 вагонов в сутки.

Двусторонняя станция Карлайл (см. рис. 21.3), которая заменила 9 маломощных сортировочных станций, имела в нечетной системе по 10 путей в парках приема и отправления и 37 путей в сортировочном парке. В четной системе парк приема включал 8 путей, сортировочный — 48 и парк отправления 10 путей. Другая двусторонняя станция Тис, заменившая 6 существующих станций, имела в парках приема по 12 путей, в сортировочных — по 40, а в парках отправления — 12 и 8 путей. Первый скоростной уклон на этих станциях имел крутизну 62,5 ‰.

Односторонняя автоматизированная сортировочная станция Тинсли была построена по комбинированной схеме. Для подборки местных вагонов, следовавших главным образом в промышленный район, последовательно с крайними путями основного сортировочного парка из 53 путей был размещен местный сортировочный парк из 25 путей с горкой. На этой станции была впервые применена новая система регулирования скорости движения сортируемых вагонов, основанная на использовании гидравлических ускорителей-замедлителей системы «Даути», позволившая автоматизировать сортировочный процесс и, кроме того, снизить расчетную высоту горки с 6,3 до 3,3 м.

Многие сортировочные горки на новых и реконструированных станциях были оборудованы системами автоматизации торможения, обеспечивающими скорость выхода со второй тормозной позиции в зависимости от веса и ходовых свойств отцепов, а также от степени заполнения подгорочных путей.

Железные дороги Франции также реализуют концепцию концентрации сортировочной работы на меньшем числе хорошо оснащенных новых и реконструированных станций. При этом стремление уменьшить число сортировочных станций имело целью не только снизить эксплуатационные расходы, но и сократить при электрификации железных дорог капитальные затраты на контактную сеть и удлинение путей до 800—900 м.

К началу 1980-х гг. были построены и реконструированы многие сортировочные станции, в том числе 12 крупных (Вуаппи, Жервей, Сиблен, Уркад и др.). Станция Бурже в ходе реконструкции была

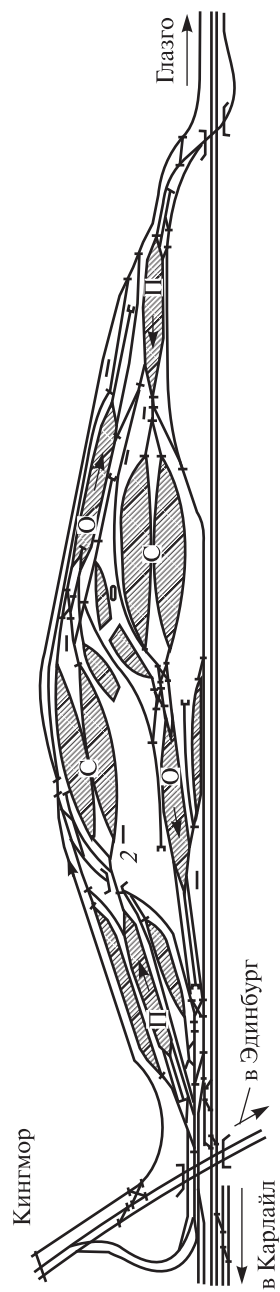


Рис. 21.3. Схема сортировочной станции Карлайл (Великобритания)

превращена из двусторонней в одностороннюю. На крупных односторонних станциях число путей в парках приема принималось 13—14, в сортировочных парках — от 32 до 48, в парках отправления — от 8 до 20. Полезная длина путей в парках приема и отправления составляет 700—800 м, а в сортировочных — 800—900 м.

Многие крупные сортировочные станции Франции имеют путепроводные развязки маршрутов приема и отправления поездов и внутристанционных пересечений. Одной из таких станций является односторонняя сортировочная станция Жервей (см. рис. 21.4), построенная по классической схеме с последовательным расположением парков и имеющая по 14 путей в парках приема и отправления и 59 путей в сортировочном парке. Для приема поездов из Лиона в расформирование построены две путепроводные развязки: при пересечении главных путей линии Дижон—Лион и для приема поездов во входную горловину парка приема по петлевому пути.

Характерной особенностью организации сортировочной работы на железных дорогах Франции является наличие отдельных сортировочных устройств для ускоренных грузовых поездов, которыми в ночное время доставляются продовольственные грузы в Париж и другие крупные города страны. Для этого в одних случаях предназначаются отдельные станции (Лилль-Сен-Совер, Бордо-Сен-Жан и др.), в других случаях на станциях одна сортировочная система служит для обычных, а другая — для ускоренных поездов (станции Сотвиль, Трапп и др.).

На сортировочных станциях французских *железных дорог*, как и в других странах, помимо основных механизированных горок в хвостовых горловинах сортировочных парков или в дополнительных парках с короткими путями устраивают горки малой мощности для облегчения подборки формируемых составов по группам.

Для большинства сортировочных станций *железных дорог ФРГ* характерна большая вместимость парков приема, сортировочно-отправочных и группировочных. С начала 1950-х годов прошлого века было реконструировано несколько сортировочных станций (Брауншвейг, Бебра, Гремберг, Мангейм и др.), причем некоторые двусторонние станции (Брауншвейг, Сотс) в процессе реконструкции переустроены в односторонние. На двусторонней станции Мангейм была реконструирована сортировочная система, работающая с востока на запад, с увеличением числа сортировочных путей до 42 за

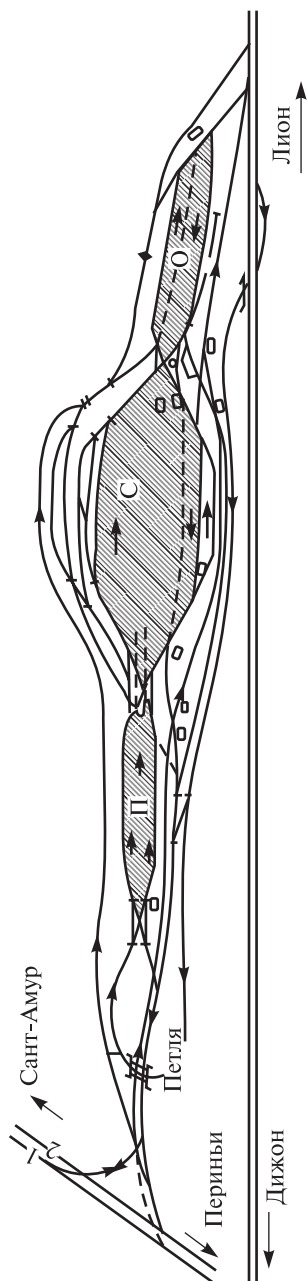


Рис. 21.4. Схема сортировочной станции Жервей (Франция)

счет имевшейся на станции вспомогательной сортировочной системы. В Гамбургском узле в 1979 г. взамен пяти ранее существовавших мало мощных станций построена новая двусторонняя сортировочная станция Машен — самая мощная сортировочная станция Европы (см. рис. 21.5). Число подгорочных путей на основных горках этой станции составляет 48 в каждой системе. Часть подгорочных путей является сортировочно-отправочными, а часть — сортировочными, последовательно с которыми расположена вспомогательная горка и группировочный парк для более детальной сортировки вагонов. Протяженность станционных путей станции Машен составляет 300 км. На ней уложено около 1000 стрелочных переводов, установлено 2100 сигналов, 325 балочных замедлителей, 112 устройств для осаживания вагонов, построено 2 поста горочной централизации, 2 поста подформирования составов поездов, вагонное и локомотивное депо, а также 47 путепроводов, 54 здания и 11 км внутристанционных автомобильных дорог. Сортировочные горки на станции автоматизированы с использованием разработанной фирмой «Сименс» системы регулирования скорости скатывания вагонов и продвижения их по путям сортировочного парка специальными канатными осаживателями.

На железных дорогах Европы имеются сортировочные станции, на которых система последовательно расположенных парков приема — сортировки — отправления полностью или частично располагается на уклоне, обеспечивающем движение вагонов в направлении сортировки под действием силы тяжести без участия маневровых локомотивов (Нюрнберг и Дуйсбург-Хохвельд в Германии, Муттенц II в Швейцарии, Вршовице в Чехии и др.)

В парке приема для удержания составов на месте до начала пуска в выходной части путей имеются удерживающие замедлители, а перед участком со скоростным уклоном — регулирующий вагонный замедлитель. Далее на пути следования отцепов имеются тормозные позиции для удержания в случае необходимости групп вагонов или для регулирования скорости их скатывания.

Пример профиля и схемы сортировочной станции на сплошном уклоне, принятой в ФРГ, представлен на рис. 21.6. План и профиль сортировочной системы условно разделен на 7 зон, обозначенных цифрами (см. рис. 21.6). Профиль парка приема (зона 1) имеет выпуклую параболическую форму с уклонами от 5 до 14 ‰

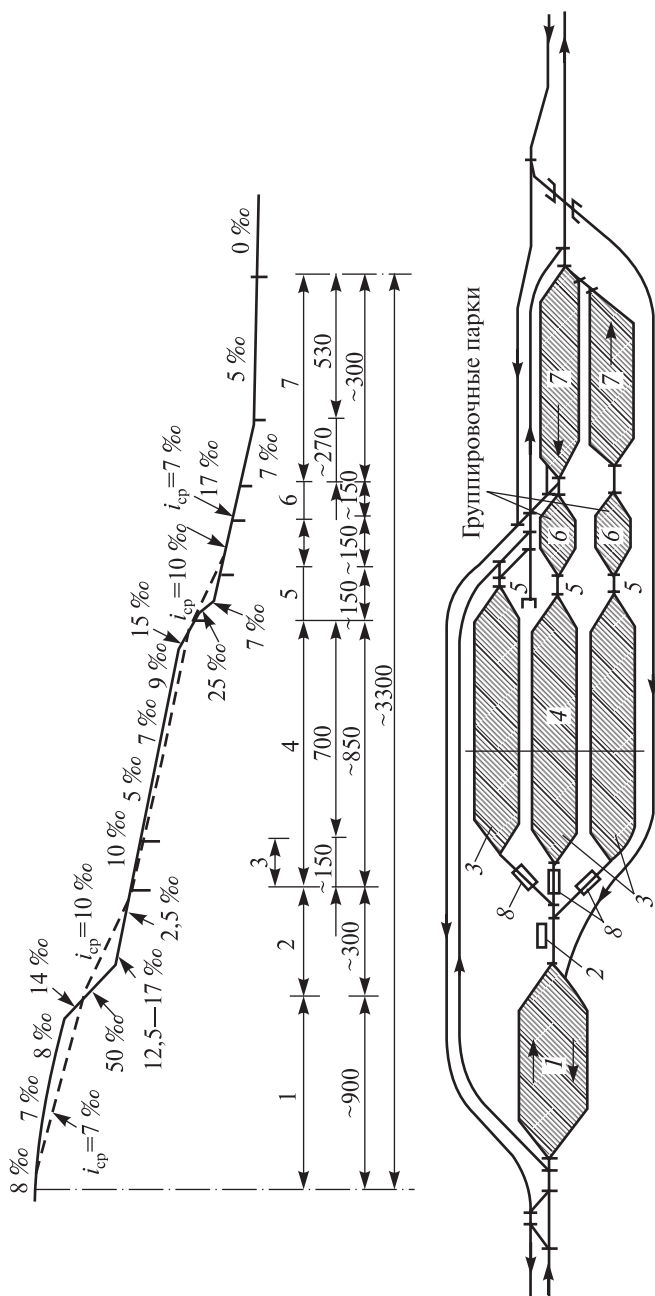


Рис. 21.6. Принципиальная схема сортировочной станции на сплошном уклоне:
 1 — парк приема; 2 — спускная часть; 3 — собирательная зона; 4 — сортировочный парк; 5 — выход в группировочный парк; 6 — группировочные парки; 7 — парки отправления; 8 — замедлители

(средний уклон 7 ‰). При оттормаживании удерживающего замедлителя начинают двигаться вагоны, стоящие на большом уклоне, увлекая за собой остальную часть состава, находящуюся на меньших уклонах. Перед скоростным уклоном расположен замедлитель, регулирующий поступление вагонов на спускную часть. Спускная часть (зона 2) имеет вогнутый профиль с уменьшающимися уклонами от 50 до 2,5 ‰, аналогичный профилю спускной части горок. За стрелочной зоной головы сортировочного парка расположена собирательная зона 3 длиной примерно 150 м и уклоном 10 ‰, где вагоны объединяются в группы перед собирающими замедлителями, регулирующими скорость подхода вагонов друг к другу и их остановку. Далее группы пропускаются в сортировочный парк (зона 4) и останавливаются перед выходом из него до накопления состава. С верхней части путей сортировочного парка можно направить состав в парк отправления или, подав поездной локомотив, отправить поезд на главный путь. Нижняя часть сортировочного парка, состоящая из двух секций, имеет выход в парк отправления 7 через группировочные парки 6 для формирования многогруппных поездов. Хвост этой части сортировочного парка имеет уклон 25 ‰ и образует спускную часть горок малой мощности. Уклон путей группировочных парков составляет 7 ‰, горловин между ними и парком отправления — 17 ‰, входной горловины этого парка 7 ‰, путей — 5 ‰.

Новые станции на сплошном уклоне в последнее время в полном виде не строились. Имеется лишь случай размещения на уклоне парка приема при сооружении на станции Муттенц в Швейцарии второй сортировочной системы, называемый станцией Муттенц II. Это было вызвано особенностями рельефа местности — значительной разницей отметок земли в районах входной части парка приема и сортировочного парка. Продольный профиль парка приема имеет также параболическую форму со средним уклоном 7,2 ‰. На подающей части горки предусмотрены три тормозные позиции: удерживающая на путях парка приема, вспомогательная сразу после выходной горловины парка и предгорочная на 14 ‰-ном уклоне перед горочной горловиной. На спускной части горки и в начале подгорочных путей были впервые применены электромагнитные замедлители, а сортировочные пути на протяжении 300 м оборудованы ускорителями-осаживателями для продвижения в середину парка плохих бегунов.

Следует отметить, что сортировочные станции на сплошном уклоне строились на тех дорогах, где обращаются поезда небольшого веса и длины. Часть из них, например, на французских железных дорогах, была перестроена впоследствии в горочные. Эти станции дают экономию на маневровых локомотивах, но имеют существенные недостатки: ниже уровень безопасности движения поездов и маневровой работы; большие затраты на оборудование путей замедлителями и их эксплуатацию; трудность отправления вагонов со станции на направление, противоположное сортировке, из-за большой разности отметок начала и конца сортировочной системы (около 25 м); медленная сортировка вагонов, невозможность применения переменной скорости роспуска и в результате меньшая перерабатывающая способность по сравнению с горочными станциями большой мощности.

Тем не менее при благоприятных условиях рельефа не следует исключать возможность разработки вариантов размещения на уклоне предгорочных парков на региональных сортировочных станциях, а также обслуживающих порт или промышленный район, что позволит вести сортировку вагонов с меньшими затратами маневровых средств или вообще без участия локомотивов.

21.3. Сортировочные станции Японии

Из-за развития автомобильных и контейнерных перевозок объемы сортировочной работы с вагонами на железных дорогах Японии в последние годы сокращались.

На сортировочных станциях Японии широкое распространение получило формирование групповых поездов. Для ускорения этого процесса японскими специалистами применяются оригинальные инженерные решения. Так, на построенной в 1968 г. односторонней сортировочной станции Корияма (см. рис. 21.7), имеющей 5 путей в парке приема, 36 — в сортировочном парке, расположенном последовательно и по 10 путей в приемо-отправочных парках, размещенных параллельно сортировочному, в хвостовой части сортировочного парка сооружен группировочный парк типа «елочка», состоящий из трех путей, поделенных на секции с помощью двойных стрелочных переводов. Средний путь является ходовым, а секции крайних путей служат для накопления групп вагонов и специализированы таким образом, чтобы при сборке накопленных групп вагонов фор-

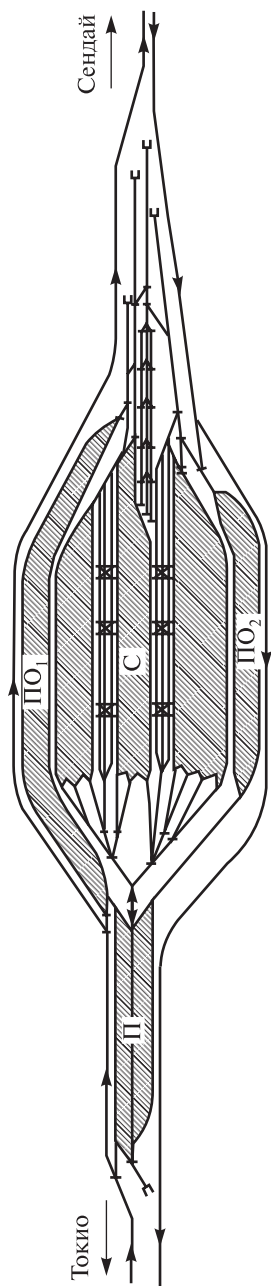


Рис. 21.7. Схема сортировочной станции Корияма (Япония)

мировался состав многогруппного поезда. В конце каждой секции крайнего пути перед стрелочным переводом установлены специальные буферы-упоры для остановки вагонов накапливаемых групп, которые перед соединением групп утапливаются и не препятствуют движению вагонов. Пути группировочного парка имеют уклон в сторону сортировки, а средний ходовой путь оборудован, кроме того, ускорителями-замедлителями. Такая конструкция позволяет формировать многогруппные поезда без участия локомотива.

Среди схем сортировочных станций, предложенных японскими специалистами, для детальной сортировки вагонов (вплоть до грузовых фронтов) можно отметить станцию с раздаточными кольцевыми путями (см. рис. 21.8), на которой обеспечивается максимальная поточность операций.

С примыкающих подходов поезда принимаются в объединенный парк приема П, откуда вагоны, двигаясь по кольцевым раздаточным путям, распределяются по сортировочным путям в три парка на каждое направление ($C'_1 - C'_3$ и $C''_1 - C''_3$).

В конце каждого кольцевого пути размещены парки накопления порожних $C_{\text{пор}}$ и повторно сортируемых $C_{\text{повт}}$ вагонов. Из парка $C_{\text{повт}}$ вагоны могут по петлевому пути вновь попасть в парк приема для дальнейшей сортировки. Выходные горловины сортировочных парков соединены петлевым путем для сборки и перестановки сформированных составов в парк отправления. Благодаря путепроводным развязкам станция имеет высокую маневренность и пропускную способность.

Знакомство с принципами проектирования сортировочных станций на зарубежных железных дорогах показывает, что они не являются для нас новыми и во многом совпадают с применяемыми на российских железных дорогах. Это относится к концентрации переработки вагонов на меньшем числе хорошо оснащенных станций, повышению веса и длины обращающихся поездов, применению прогрессивных схем станций с последовательным расположением основных парков, внедрению автоматизированных систем управления сортировочным процессом, включая системы регулирования скоростей скатывания отцепов, задания скорости роспуска и телеуправления горочными локомотивами. Вместе с тем следует смелее внедрять опыт укладки большого числа путей в основных сортировочных парках и сооружение дополнительных парков для

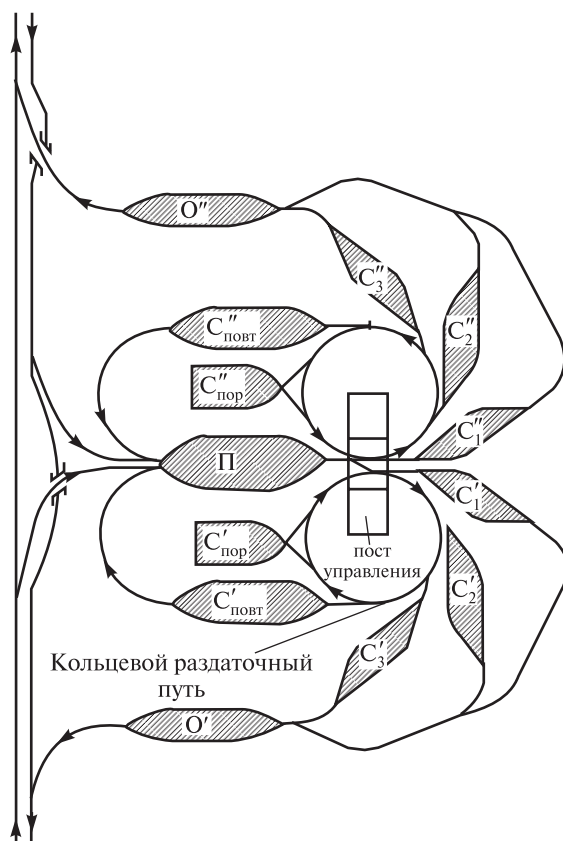


Рис. 21.8. Схема сортировочной станции с раздаточными кольцевыми путями (Япония):

П — объединенный парк приема; $C'_1 - C'_3$ и $C''_1 - C''_3$ сортировочные парки на каждое направление; $C_{\text{пор}}$, $C_{\text{повт}}$ — парки накопления порожних и повторно сортируемых вагонов; O' , O'' — парки отправления

повторной сортировки и группировки местных вагонов, следующих на грузовые станции узла, подъездные пути и на промежуточные станции прилегающих участков. Заслуживает внимания опыт применения ускорителей вагонов различных конструкций и принципов действия. При ограничениях в длине станционной площадки может быть полезен американский опыт накопления составов на

нескольких сортировочных путях небольшой длины и перестановки их в парк отправления по частям.

Контрольные вопросы

1. Каковы основные особенности сортировочных станций США и Канады?
2. Какой принимается полезная длина путей на сортировочных станциях США и Канады?
3. Какой величины проектируется скоростной уклон на сортировочных горках в США?
4. Какое число путей предусматривается в основных парках сортировочных станций стран Западной Европы?
5. Какая сортировочная станция является самой мощной на западноевропейских железных дорогах?
6. Перечислите достоинства и недостатки сортировочных станций, размещаемых на сплошном уклоне.
7. Какие устройства для формирования групповых поездов применяются на сортировочных станциях Японии?
8. Что из зарубежного опыта можно использовать на сортировочных станциях России?

Глава 22. ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШЕГО РАЗВИТИЯ И ТЕХНИЧЕСКОГО ОСНАЩЕНИЯ СОРТИРОВОЧНЫХ СТАНЦИЙ

Основные задачи дальнейшего развития и технического оснащения сортировочных станций вытекают из Стратегии развития железнодорожного транспорта России до 2030 г. и связаны с необходимостью повышения пропускной и перерабатывающей способности этих станций в связи с общим намечаемым ростом размеров грузовых перевозок и увеличением объемов переработки вагонов.

Для повышения пропускной и перерабатывающей способности существующих сортировочных станций, обеспечения высокой производительности вновь сооружаемых станций, облегчения труда и снижения себестоимости переработки вагонов предусмотрено совершенствование схем станций, использование прогрессивных методов эксплуатации, комплексное внедрение новейших устройств, обеспечивающих максимальную механизацию и автоматизацию работы всех звеньев производственного процесса работы станции. Последнее предусматривает создание высокопроизводительных сортировочных комплексов на базе внедрения системы управления сортировочной станцией (КСАУ СС), в которой увязаны функции планирования, управления, учета и контроля выполнения технологического процесса.

Принятый в настоящее время курс на удлинение участков обращения локомотивов и локомотивных бригад, увеличение гарантийного пробега вагонов без технического обслуживания будет способствовать сокращению числа участковых станций и концентрации переработки вагонопотоков прилегающих участков на сортировочных станциях.

Концентрация переработки вагонов на меньшем числе станций и развитие групповой маршрутизации потребует увеличения количества путей в сортировочных парках. Это позволит также упростить маневровую работу по формированию поездов и передач на

этих станциях, так как необходимость подборки вагонов по группам сократится. Схемы горочных горловин этих парков должны обеспечивать возможность параллельного роспуска составов, для чего число спускных путей увеличится до двух-трех, а предгорочная горловина в необходимых случаях будет с тремя-четырьмя путями надвига. Для организации детальной сортировки и подборки вагонов по группам последовательно с основным сортировочным парком требуется сооружение специальных группировочных парков со вспомогательными горками, на которых будет осуществляться повторная сортировка и подборка групп вагонов по крупным грузовым фронтам промышленных и грузовых станций.

Общеизвестно, что механизация и автоматизация сортировочных горок, оборудование станций электрической централизацией и применение передовой технологии дают наибольший эффект если станция имеет рациональную схему, ее путевое развитие сбалансировано и соответствует размерам работы с учетом неравномерности поступления поездов. Поэтому станции, имеющие существенные схемные недостатки, необходимо переустанавливать, чтобы использовать новейшее техническое оборудование на рациональных конструкциях отдельных парков и сортировочных устройств.

При этом на многих сортировочных станциях необходимо увеличить количество путей в парках приема и отправления, чтобы обеспечить бесперебойную работу узла и прилегающих участков, а также улучшить горловины этих парков.

В парках приема и отправления необходимо будет иметь часть путей, рассчитанных на обработку составов поездов повышенной длины, в том числе двояных. Для этого существующие типовые схемы станций должны быть переработаны таким образом, чтобы обработка таких составов не затруднялась их удаленным расположением от основных парков.

Предстоит также дальнейшее совершенствование конструкций вагонных замедлителей, которые обеспечивают допустимую скорость входа на замедлитель до 8—8,5 м/с, что позволит реализовать наиболее динамичный профиль спускной части горки. Учитывая, что создание эффективной системы автоматизации регулирования скорости скатывания отцепов с горки на базе только замедлителей возможно лишь при существенном повышении допустимой скорости соударения вагонов (что в ближайшие годы нереально),

необходимо возобновить поисковые работы по созданию ускорителей-замедлителей вагонов, которые обеспечивали бы торможение отцепов с хорошими и ускорение отцепов с плохими ходовыми свойствами при движении их на спускной части горок и подгорочных путях. В ближайшие годы следует рассмотреть возможность создания отечественных и внедрения зарубежных осаживателей вагонов на подгорочных путях, что позволит существенно повысить перерабатывающую способность горок за счет ликвидации необходимости осаживания вагонов горочными локомотивами.

Особое внимание следует уделить созданию специальных конструкций горочных горловин, исключаящих необходимость прекращения роспуска для пропуска в подгорочный парк вагонов, запрещенных к роспуску с горки.

Должно быть кардинально изменено отношение к сортировочной горке как к обычной путевой конструкции, сооружаемой на земляной насыпи. Горка должна сооружаться на прочном многослойном фундаменте, исключаящем возможность просадок и пучин и обеспечивающем постоянство профильных отметок, которые по опыту зарубежных дорог должны быть закреплены и подвергаться регулярному контролю.

Широкое внедрение должны получить устройства автоматизации сортировочного процесса. При этом к уже разработанным системам автоматизации работы сортировочных станций, обеспечивающим автоматическое считывание информации с движущегося подвижного состава, регулирование скорости скатывания отцепов на спускной части горки, учет накопления вагонов на путях сортировочного парка, в дальнейшем должны добавиться устройства для механизированного или автоматизированного разъединения автосцепки и межвагонных рукавов тормозной магистрали перед горбом горки, что позволит увеличить скорость роспуска составов. Это ставит вопрос о модернизации или создании новой конструкции автосцепки, допускающей большие скорости соударения отцепов и большие несовпадения осей автосцепок смежных вагонов, исключаящие необходимость перестановок вагонов в составе в процессе его формирования.

Все локальные подсистемы автоматизации сортировочного процесса необходимо объединить в единый комплекс, обеспечивающий также автоматизацию планирования и управления работой станции,

а также увязку его с сетевыми подсистемами управления перевозочным процессом.

По мере внедрения комплексной механизации и автоматизации будет повышаться темп сортировочной работы, возрастать перерабатывающая способность и производительность труда, снижаться себестоимость переработки вагонов и ускоряться доставка грузов.

Контрольные вопросы

1. Какова цель дальнейшего развития и технического оснащения сортировочных станций?

2. Что потребует концентрация сортировочной работы на меньшем числе станций?

3. В каком направлении должны развиваться сортировочные горки?

4. Какие требования возникают к перспективному числу путей в парках сортировочных станций?

5. Что необходимо для повышения перерабатывающей способности сортировочных станций?

6. В чем состоит эффект детальной сортировки местных вагонов на сортировочных станциях?

Раздел V

ПАССАЖИРСКИЕ КОМПЛЕКСЫ

Глава 23. ПАССАЖИРСКИЕ СТАНЦИИ

23.1. Назначение пассажирских станций, их классификация и основные устройства

Пассажирские станции устраивают в крупных городах, промышленных центрах и курортных районах для обслуживания пассажиров и выполнения операций с пассажирскими поездами. На этих станциях производят все виды операций с пассажирскими поездами и вагонами: прием и отправление транзитных пассажирских поездов, смену локомотивов и локомотивных бригад, технический осмотр проходящих поездов, экипировку пассажирских вагонов (набор воды, угля и т.д.), подготовку составов конечных поездов к рейсу (в техническом парке или на технической станции).

Операции, связанные с обслуживанием пассажиров, включают продажу билетов, прием, хранение и выдачу багажа и ручной клади, организацию питания, отдыха и досуга пассажиров и др.

Пассажирские станции в процессе развития железнодорожного транспорта приняли многообразные формы и виды, различающиеся своими устройствами, их взаимным расположением и характером работы.

Все станции, обслуживающие пассажирское движение, **по назначению** делят на два вида: *собственно пассажирские*, выполняющие операции по обслуживанию пассажиров и обработке транзитных пассажирских поездов, и *пассажирские технические*, выполняющие операции по подготовке в рейс составов конечных пассажирских поездов.

По характеру работы пассажирские станции бывают специализированные, объединенные для пассажирского и грузового движения и зонные.

К *специализированным* относятся станции, предназначенные только для обслуживания пассажирского движения. По характеру работы эти станции подразделяются на станции, обслуживающие все виды движения (дальнее, местное и пригородное) и станции, обслуживающие только пригородное движение. Специализированные пассажирские станции классифицируются по типам в зависимости от расположения главных, перронных путей и вокзала. Различаются следующие типы пассажирских станций:

- пассажирские станции сквозного типа;
- пассажирские станции тупикового типа, имеющие тупиковые перронные пути. Пропуск транзитных поездов через такие станции производится с изменением направления их движения. К тупиковому типу относят и пассажирские станции со сквозными перронными путями, на которой также происходит смена направления движения транзитных поездов;
- пассажирские станции комбинированного типа, имеющие сквозные и тупиковые приемо-отправочные пути.

В каждом типе могут быть различные варианты взаимного расположения вокзала, путей и платформ. Подробная классификация пассажирских станций с учетом взаимного расположения основных элементов приведена в таблице 23.1.

Объединенные станции обслуживают пассажирское и грузовое движение. На многих объединенных станциях (Самара, Волгоград и др.) объем работы по обслуживанию пассажиров превышает объем работы специализированных пассажирских станций (Калининград и др.).

Зонные станции предназначаются для обслуживания пригородного движения, размещаются в пределах пригородных участков и служат для оборота, отстоя и экипировки части пригородных составов.

По характеру работы с поездами станции делятся на транзитные, конечные и смешанные. Конечные станции, где зарождаются и погашаются пассажиропотоки, наиболее типичны для столичных центров (Москва, Санкт-Петербург) и некоторых крупных городов страны и курортных центров (Кисловодск, Адлер и др.). Для большинства городов характерны транзитные (Орел, Курск) и транзитно-конечные смешанные станции (Ростов, Свердловск).

По объему работы пассажирские станции можно условно разделить на категории станций, которые отличаются числом отправленных пассажиров в год или количеством дальних конечных поездов. Классификация по числу отправленных пассажиров в год более точна, так как не только определяет категорию станции, оценивает эффективность ее работы и использование имеющихся технических средств и сооружений, но и дает обоснование для развития путевого хозяйства отдельных сооружений, ремонтной и эксплуатационной базы. Число отправленных пассажиров в год для специализированных станций колеблется от 2—3 млн человек до 20—25 млн человек в год.

Таблица 23.1

Классификация пассажирских станций с учетом взаимного расположения перронных путей и вокзалов

Схема станции	Размещение вокзала (тип)	Принципиальная схема	Схема станции	Размещение вокзала (тип)	Принципиальная схема
Тупиковая	Торцовый		Сквозная	Сбоку путей	
	П-образный			Островной	
	Г-образный			Над путями	
	Сбоку путей		Комбинированная	Сбоку путей	
	Над путями			Над путями	

Основными факторами, определяющими объем, характер работы и специализацию станций, являются *месторасположение* станции на линии (конечная линия, главный ход, узел, вспомогательный ход и т.д.); *тип города* и *схема расположения* в нем промышленных, жилых и пригодных для застройки (селитебных) районов; *размеры промышленного производства* и *населенность* жилых районов города.

Для обслуживания пассажиров и пассажирского движения на пассажирских станциях сооружают следующие устройства:

— пассажирские здания (вокзалы) с помещениями для обслуживания пассажиров и привокзальные площади;

- пассажирские платформы и переходы в одном и разных уровнях (тоннели, пешеходные мосты), связывающие вокзал и привокзальную площадь с платформами;
- пути для приема и отправления поездов, выполнения маневровых операций и стоянки вагонов;
- технические парки для очистки, обмывки, формирования, экипировки, ремонта и стоянки пассажирских составов и вагонов (при небольшом числе обрабатываемых в сутки составов);
- локомотивное хозяйство, специализированное для технического обслуживания, экипировки и ремонта пассажирских локомотивов;
- багажные и почтовые устройства (склады, помещения, платформы, тоннели для транспортировки багажа и почты);
- устройства СЦБ, связи, контактной сети (при электротяге), освещения, водоснабжения, канализации, теплоснабжения, очистные сооружения.

При значительном количестве обрабатываемых составов конечных поездов устраиваются самостоятельные пассажирские технические станции, рассматриваемые в главе 24.

23.2 Схемы пассажирских станций и организация их работы

23.2.1. Пассажирские станции сквозного типа

Большинство пассажирских станций сети железных дорог России и СНГ построено по схеме сквозного типа, что обеспечивает пропуск транзитных поездов без смены направления следования.

На пассажирских станциях сквозного типа обеспечиваются:

- наименьшие расстояния прохода пассажиров к поездам;
- минимальное число пересечений встречных маршрутов следования пассажирских поездов между собой и с маневровыми передвижениями (пропуск поездов через станцию поточен и не создает возвратных передвижений);
- высокая маневренность и взаимозаменяемость путей при минимальной загрузке горловин;
- высокая пропускная способность;
- возможность организации маятникового движения пригородных поездов.

Недостаток пассажирских станций сквозного типа заключается в плохой связи пассажирского здания с промежуточными платформами (требуется сооружение пешеходных мостов или тоннелей) и необходимости транспортировки багажа через пути, что требует сооружения специальных тоннелей.

На пассажирских станциях сквозного типа дальнейшее, местное и пригородное движение, как правило, не разделены. Только на очень крупных станциях пути закреплены за определенными категориями поездов. Большинство пассажирских станций этого типа имеет одну пару главных путей для дальнего, пригородного и грузового движения. Основная типовая схема пассажирской станции сквозного типа для этого случая представлена на рис. 23.1. Если через станцию предусмотрен пропуск грузовых поездов (без остановки), то для этой цели укладываются пути 1^а и 9, показанные штриховыми линиями. Нумерация путей начинается от пассажирского здания.

Между перронными путями 3 и 5 укладывается ходовой путь 4 для подачи и уборки локомотивов, почтовых и багажных вагонов. Каждая промежуточная платформа обслуживает два перронных пути. В конце платформ предусмотрены тупиковые пути для стоянки отцепляемых почтовых и багажных вагонов, вагонов беспересадочного сообщения, а в некоторых случаях и локомотивов, заблаговременно подаваемых под поезда.

Схема станции, а также система централизации стрелок дают возможность приема пассажирских поездов с каждого направления на любой приемо-отправочный путь и отправления их с любого пути на все направления. Однако для уменьшения числа враждебных маршрутов и обеспечения безопасности движения, крайние пути 1 и 2 надо преимущественно использовать для пропуска нечетных (из «Б» на «А»), а пути 7 и 8 для четных транзитных поездов, а также пригородных поездов, следующих по маятниковому графику с одного участка на другой. Средние пути 3, 5 и 6 целесообразно специализировать преимущественно для конечных поездов (дальних и пригородных).

Техническую станцию (или технический парк) лучше размещать между главными путями в конце, противоположном прибытию большего числа конечных дальних поездов. При таком расположении технической станции уменьшается количество пересечений

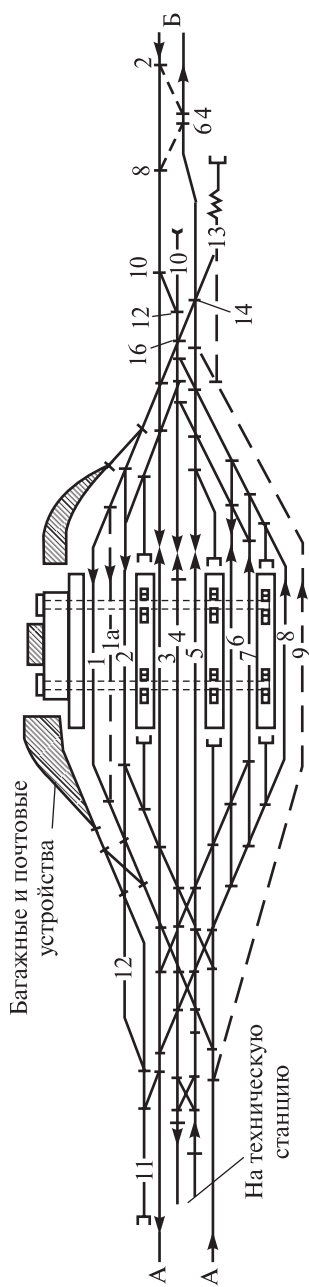


Рис. 23.1. Схема пассажирской станции сквозного типа на двухпутной линии

маршрутов при уборке и подаче составов, а горловины станции будут более равномерно загружены.

Локомотивное хозяйство удобно размещать рядом с технической станцией (парком), но по местным условиям оно может быть и в другом месте.

Почтовые и багажные устройства лучше располагать со стороны вокзала ближе к технической станции для удобства передачи этих вагонов на техническую станцию и обратно. Для крупных багажных и почтовых складов целесообразно применять ангарный тип с вводом путей внутрь склада.

Конструкция горловин станции должна обеспечивать параллельное выполнение операций и наибольшую маневренность. Для этой цели в горловинах проектируют двойные стрелочные улицы, что дает возможность одновременно принимать и отправлять поезда или подавать и убирать составы с каждой пары соседних приемо-отправочных путей. При увеличении в горловине числа главных и соединительных путей может потребоваться укладка тройных стрелочных улиц, необходимость которых устанавливается расчетом.

В горловинах пассажирских станций широко применяют перекрестные стрелочные переводы в сочетании с перекрестными съездами, что обеспечивает сокращение длины горловины, повышение ее пропускной способности и уменьшение числа отклонений на стрелочных переводах при приеме и отправлении поездов.

С транзитными пассажирскими поездами на пассажирских станциях выполняются следующие операции: прием и отправление поездов, высадка и посадка пассажиров, погрузка и выгрузка багажа и почты, техническое обслуживание составов, смена локомотивов и бригад (в зависимости от роли станции в схеме тягового обслуживания). На некоторых станциях могут иметь место: снабжение пассажирских составов водой (для чего в междупутьях укладывается водопроводная сеть с водоразборными колонками), а в зимнее время и топливом, отцепка или прицепка беспересадочных вагонов и др.

Операции с конечными дальними и местными поездами по прибытию включают: прием поезда; высадку пассажиров; отцепку поездного локомотива и уборку его в депо; отцепку почтового и багажного вагонов (если они есть в составе); предварительный осмотр

состава и уборку его маневровым локомотивом на пути технической станции или технического парка. Отцепка почтового и багажного вагонов может быть предусмотрена на технической станции.

Операции по отправлению дальних и местных конечных поездов включают: подачу состава на путь отправления маневровым локомотивом; посадку пассажиров; прицепку почтового и багажного вагонов (если это не предусмотрено на технической станции); погрузку срочной почты и багажа, принятого незадолго до отправления поезда; подачу поездного локомотива; опробование тормозов и отправление.

Наиболее простые операции на пассажирских станциях выполняются с пригородными моторвагонными поездами. Они заключаются в приеме поездов, высадке-посадке пассажиров и отправлении поездов. Некоторые составы убирают после высадки пассажиров на пути отстоя или в моторвагонное депо и подают под посадку с путей отстоя или из моторвагонного депо.

Пассажирские станции сквозного типа с размещением технической станции (или выхода на техническую станцию) между главными путями обеспечивают высокую пропускную способность и наилучшие условия безопасности движения поездов. Но по местным условиям иногда трудно или даже невозможно расположить техническую станцию (технический парк) и локомотивное хозяйство между главными путями. В этих случаях одно из хозяйств или оба приходится располагать сбоку главных путей. Из двух вариантов бокового расположения технических устройств — со стороны главного пути отправления (см. рис. 23.2, *а*) или со стороны главного пути прибытия (см. рис. 23.2, *б*) — лучше первый, так как при подаче-уборке составов пересекаются главным образом маршруты отправления поездов, а не прибытия. При больших размерах движения и боковом расположении площадки технической станции может потребоваться путепроводная развязка, один из вариантов которой показан на рис. 23.2, *в*.

Если техническая станция располагается сбоку главных путей, то специализация путей станции в одном направлении (четном или нечетном) будет существенно отличаться от специализации путей, показанной на схеме рис. 23.1. Соответственно изменяются и конструкции горловин. В схеме, приведенной на рис. 23.3 технические устройства расположены со стороны главного пути отправления на «Б». Чтобы снизить загрузку горловины со стороны «Б», сквозные

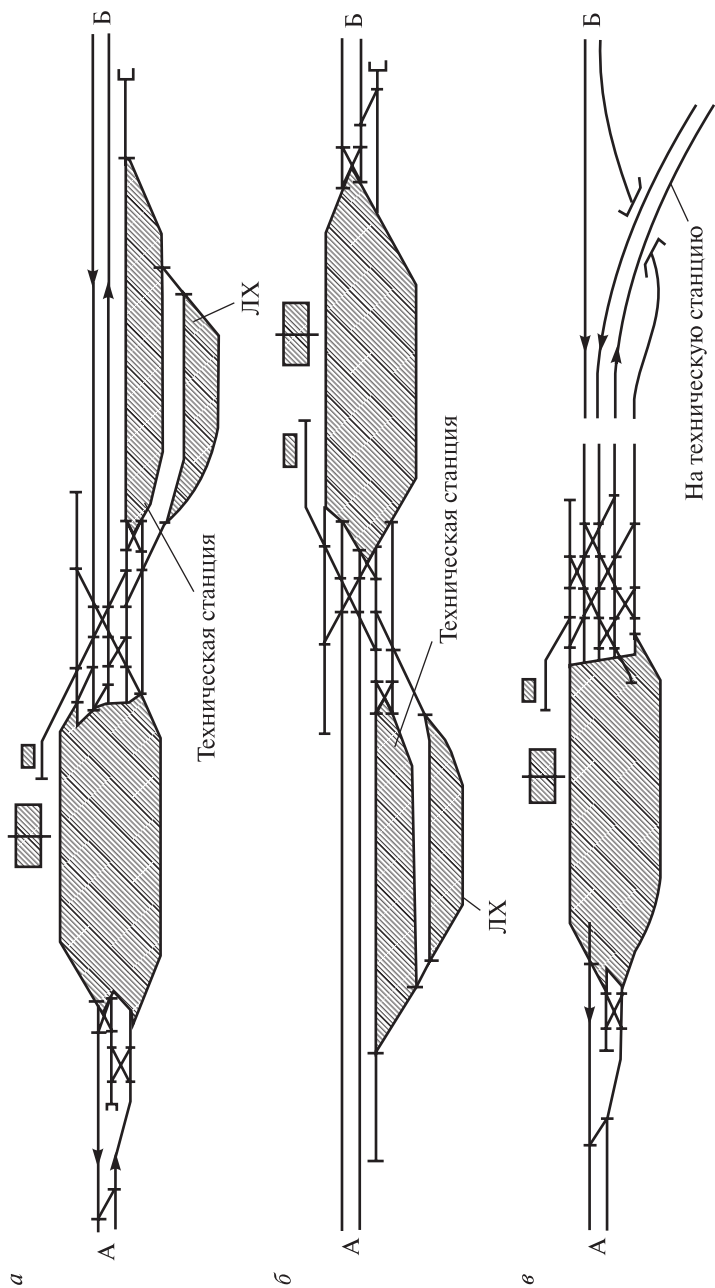


Рис. 23.2. Схемы расположения технической станции:

a — со стороны главного пути отправления; *б* — со стороны главного пути прибытия; *в* — при боковом расположении площадки технической станции; ЛХ — локомотивное хозяйство

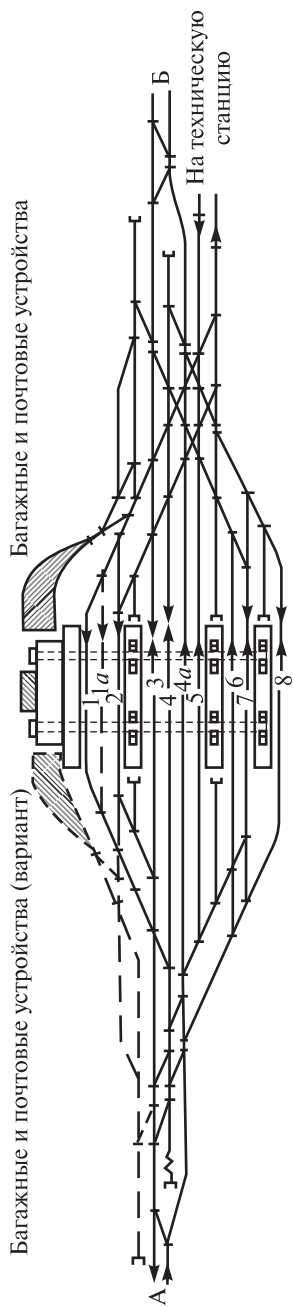


Рис. 23.3. Схема пассажирской станции сквозного типа при расположении технической станции сбоку главных путей

поезда со стороны «А» пропускают не по крайним путям (как показано в схеме на рис. 23.1), а ближе к середине приемо-отправочного парка, в основном по пути 5. Для пропуска грузовых поездов в направлении «А—Б» (если это необходимо по схеме узла) предусматривается путь 4а. В обратном направлении грузовые поезда пропускают так же, как показано в схеме на рис. 23.1. Но и при изменении специализации главный путь пересекается при подаче и уборке части составов, что снижает пропускную способность горловины. Поэтому для крупных станций необходима проверка загрузки горловины в часы интенсивного движения.

Неспециализированные пассажирские станции сквозного типа размещают на одной площадке с парками для грузового движения. Схема такой станции показана на рис. 23.4. Комплекс пассажирских устройств на такой станции, обслуживающих значительные размеры пассажирского движения, можно считать пассажирской станцией, которая проектируется так же, как и самостоятельные станции. В дальнейшем при выносе парков для грузового движения в другое место такие станции могут превращаться в специализированные пассажирские станции.

Также возможны проекты пассажирских станций сквозного типа с подходом двух пар главных путей: одной для дальнего или смешанного движения, другой — для пригородного движения. Схема станции будет зависеть от специализации главных путей на подходах.

При расположении пригородной пары главных путей с одной стороны от главных путей для дальнего или смешанного движения (см. рис. 23.5, а) устройства для пригородного и дальнего движения в пределах станции будут разделены и могут развиваться независимо.оборот составов дальних и пригородных конечных поездов не затруднен. Пути для пригородного движения в таком случае лучше располагать со стороны основного выхода в город.

В схеме с внутренним расположением главных путей для пригородного движения сохраняются удобные условия оборота конечных пригородных поездов, но техническую станцию в этом случае необходимо расположить с одной стороны от главных путей и устроить путепроводную развязку. Один из вариантов такой развязки показан на рис. 23.5, б.

Схема с внешним расположением главных путей для пригородного движения возможна лишь в том случае, если пригородные

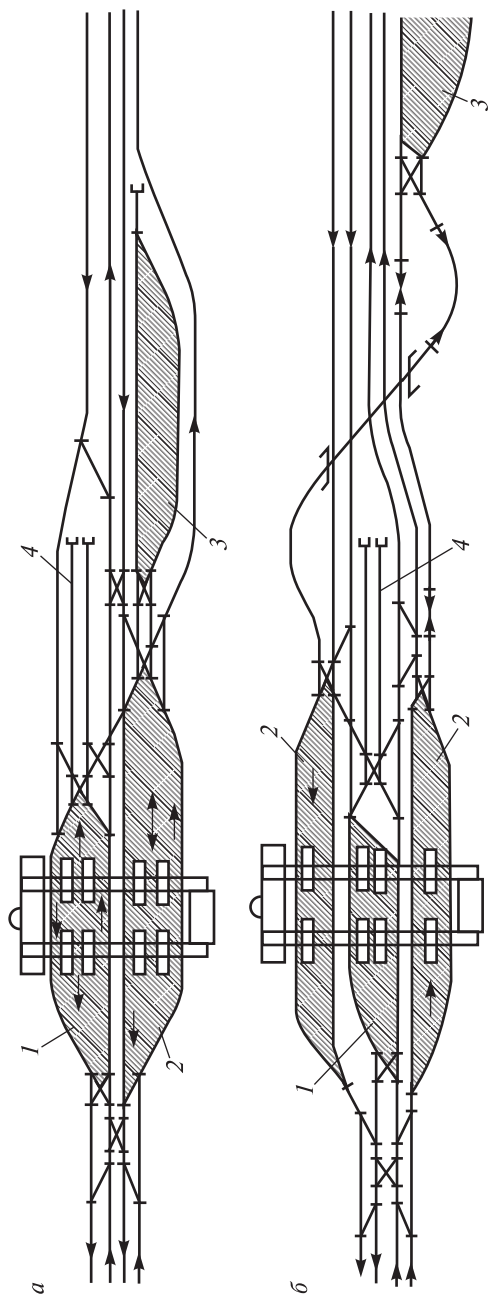


Рис. 23.5. Принципиальные схемы пассажирских станций сквозного типа при наличии специальной пары главных путей для пригородного движения:

a — при расположении пригородной пары главных путей с одной стороны от главных путей для дальнего или смешанного движения; *б* — с внутренним расположением главных путей для пригородного движения; 1 — перронный парк для пригородных поездов; 2 — перронные пути для дальнего движения; 3 — техническая станция (парк); 4 — пути стоянки моторвагонного подвижного состава

поезда на пассажирской станции не оборачиваются. Иначе возникла бы необходимость перестановки составов с устройством путепроводной развязки.

Схемы узловых пассажирских станций сквозного типа и специализация путей на станции зависят от числа главных путей на подходах, размеров движения и характера развязок примыкающих линий на подходах.

Во всех схемах необходимо обеспечивать одновременный прием поездов со всех примыкающих линий. Специализация путей станции может быть или по направлениям движения, или по линиям. При больших размерах движения применяют развязку подходов и специализацию путей станции по направлениям, что дает меньшее число пересечений маршрутов в горловинах и, следовательно, более высокую пропускную способность, а также обеспечивает более четкий порядок работы и взаимозаменяемость путей.

На рис. 23.6 показана принципиальная схема развязки подходов к пассажирской станции двух двухпутных линий по направлениям движения. Крайние группы путей в этой схеме специализированы по направлениям для проходящих поездов, а средние — двустороннего действия для конечных поездов. Техническую станцию размещают между главными путями. При небольших размерах движения путепроводные развязки не устраивают.

Если через пассажирскую станцию предполагается пропуск скоростных поездов, то у главных путей для скоростного движения располагать пассажирские платформы нежелательно, а при наличии у этих путей пассажирских платформ их ширина рассчитывается особо, как указано в п. 26.4. Кроме того, должны соблюдаться требования к плану главных путей для пропуска скоростных поездов и к укладке на них стрелочных переводов.

На крупных станциях при самостоятельных подходах устройства для пригородного и дальнего движения могут быть полностью изолированы друг от друга (см. рис. 23.7). При таком решении необходимо сооружение сложных путепроводных развязок на подходах, а также нерационально используется путевое развитие станции.

В отдельных городах России (например, Калининграде) построены самостоятельные станции для обслуживания дальнего и пригородного движения. Сооружение их на общей привокзальной площади (см. рис. 23.8) не позволяет использовать преимущества

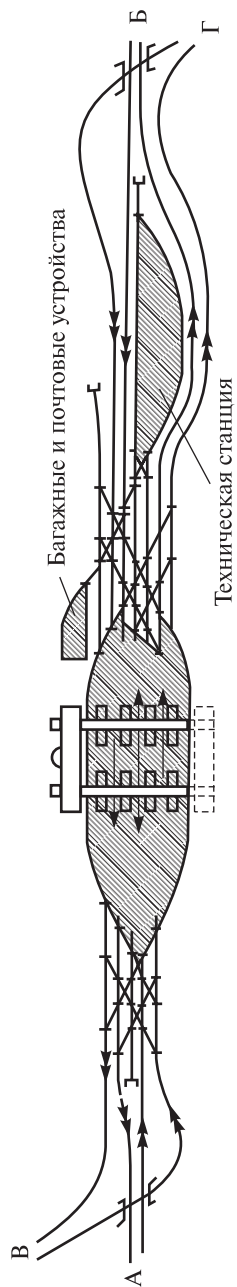


Рис. 23.6. Пример схемы развязки подходов на узловой пассажирской станции

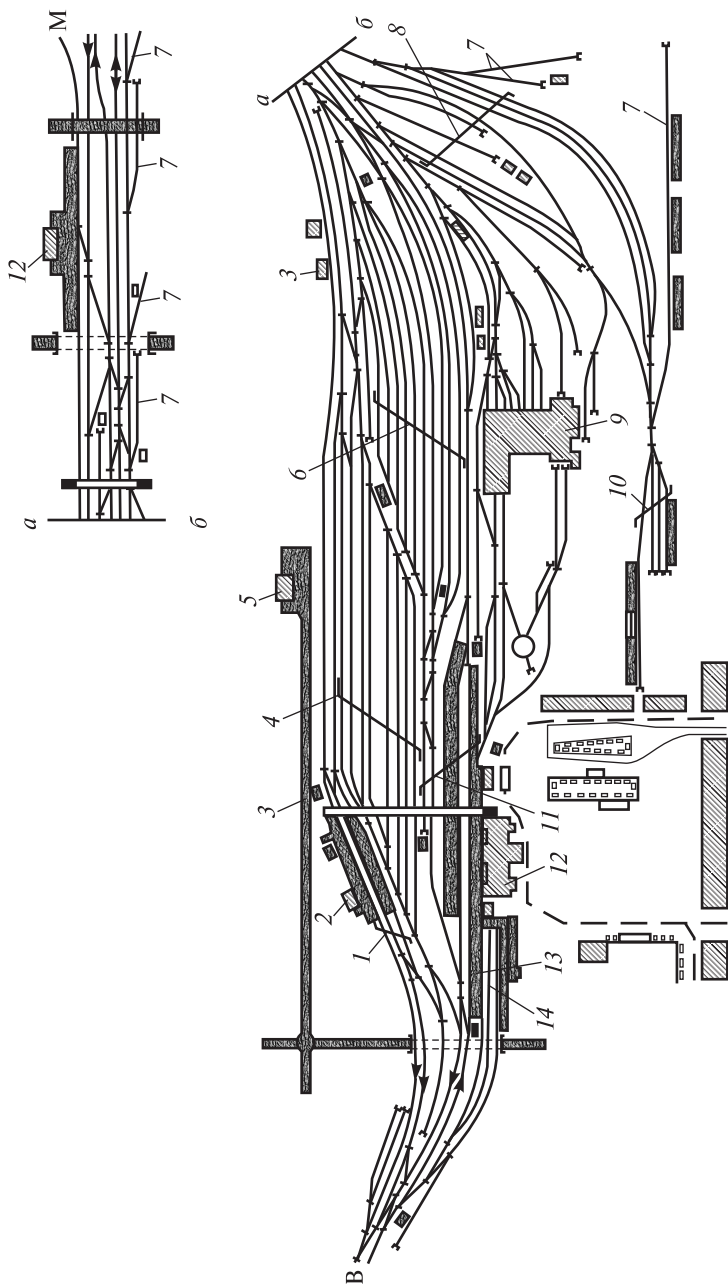


Рис. 23.7. Схема пассажирской станции с изолированным расположением устройств для пригородного и дальнего движения:

1 — парк «Д»; 2 — пригородный вокзал; 3 — ПТО; 4 — парк «А»; 5 — автовокзал; 6 — парк «В»; 7 — пути для отстоя подвижного состава; 8 — парк пригородных составов; 9 — локомотивное хозяйство; 10 — парк «Е»; 11 — парк «Г»; 12 — пассажирское здание; 13 — багажное отделение; 14 — парк «Т»

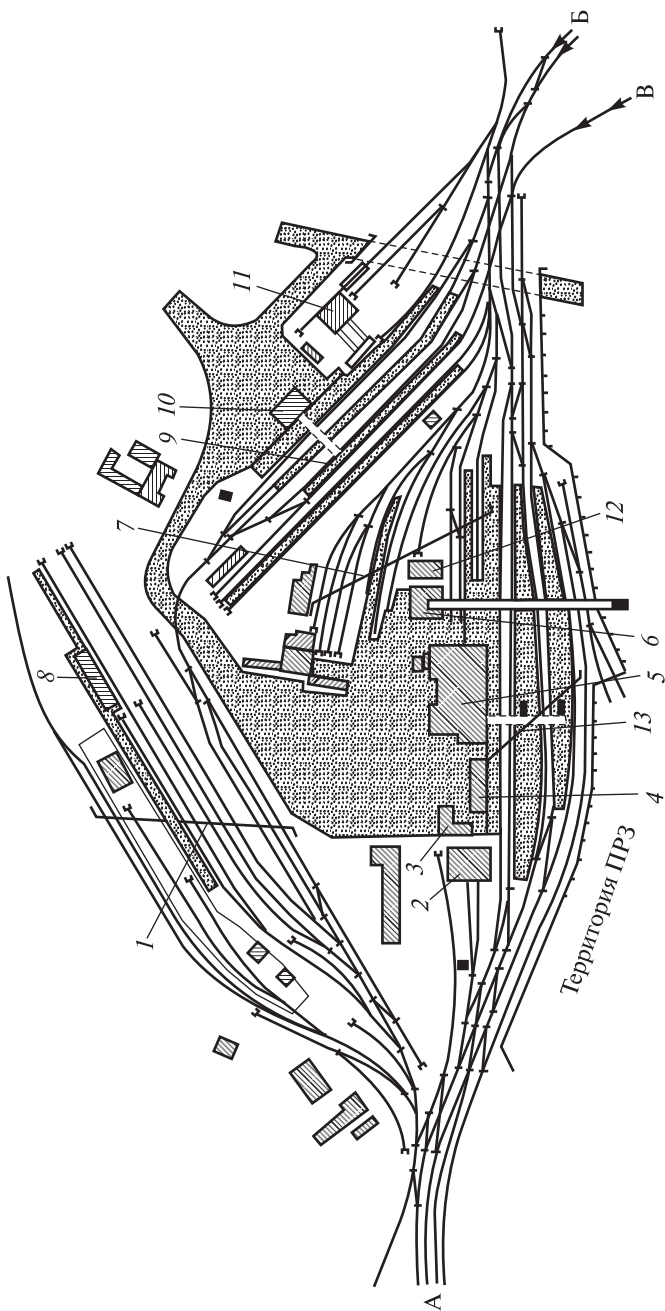


Рис. 23.8. Расположение двух специализированных пассажирских станций для дальнего и пригородного движения в крупном городе:

1 — технический парк; 2 — багажное отделение; 3, 4 — отделения по перевозке почты; 5 — вокзал; 6 — пешеходный мост; 7 — пути отстоя пригородных составов; 8 — контора по обслуживанию пассажиров; 9 — устройства для пригородного движения; 10 — пригородный вокзал; 11 — помещение для обслуживания вагонной техники; 12 — служебное помещение; 13 — перронный парк

таких решений. Поэтому строительство самостоятельных станций для дальнего и пригородного движения должно производиться только при технико-экономическом обосновании такого решения.

23.2.2. Пассажирские станции тупикового типа

Пассажирские станции тупикового типа сформировались в больших городах, в конечных пунктах движения пассажирских поездов или в местах смены направления их следования. Эти станции при четком разграничении устройств для дальнего и пригородного движения обеспечивают пассажирам пригородных поездов удобный проход на посадку, минуя здание вокзала. Располагаясь обычно на глубоких вводах в город, в зонах, хорошо связанных городскими видами транспорта со всеми районами города, тупиковые станции обеспечивают хорошие условия для прибывающих и отправляющихся пассажиров. Однако тупиковые станции имеют целый ряд существенных недостатков:

- необходимость смены направления следования транзитных поездов и выполнения, связанных с этим дополнительных маневров;
- большая загрузка единственной горловины станции, в которой выполняются все операции по приему, отправлению и маневровым передвижениям поездов различных категорий;
- большое число враждебных маршрутов, вызванное встречными передвижениями организованных поездов, маневровых составов, поездных и маневровых локомотивов;
- необходимость при приеме поездов уменьшения скоростей до 15—25 км/ч в начале пути приема по требованиям безопасности входа их на тупиковые перронные пути, что дополнительно уменьшает пропускную способность станций.

Новые тупиковые пассажирские станции для обслуживания дальнего, местного и пригородного конечного движения в настоящее время не строятся. В то же время, в России имеется значительное число тупиковых пассажирских станций (семь станций в Московском узле, пять — в Санкт-Петербургском, станции Владивосток, Мичуринск, Нальчик, Ульяновск и др.), причем по проектам планировки городов и переустройства узлов большинство их сохраняется и на перспективу.

Схемы тупиковых пассажирских станций зависят от числа главных путей на подходе и их специализации, взаимного расположения

в пределах станции путей для пригородного и дальнего движения, размещения технических парков (технической станции), локомотивного хозяйства, почтовых и багажных устройств.

Одна из простейших схем тупиковой станции, когда дальнее и пригородное движение совмещается на одной паре главных путей, а все перронные пути могут использоваться для приема и отправления как дальних, так и пригородных поездов (отсутствует местная специализация) приведена на рис. 23.9, *а*. Технические устройства (техническая станция или парк, пути отстоя пригородных составов и локомотивное хозяйство) размещены между главными путями.

Несмотря на отсутствие жесткой специализации, для приема-отправления пригородных поездов используют в основном средние пути (3—5) между путями прибытия (1, 2) и отправления (6, 7) дальних поездов. При такой специализации отсутствуют пересечения маршрутов дальних и пригородных поездов, как по приему, так и по отправлению. Однако, маршруты прибытия пригородных поездов будут пересекать маневровые маршруты заезда маневровых локомотивов за составами дальних поездов на пути 1 и 2 и уборки составов и поездных локомотивов этих поездов на техническую станцию, а маршруты отправления пригородных поездов — маршруты подачи на пути 6 и 7 составов и поездных локомотивов дальних поездов, а также маршруты уборки маневровых локомотивов после подачи составов под посадку.

Почтовые и багажные устройства обычно размещают со стороны отправления дальних поездов для удобства подачи этих вагонов к составам.

В горловинах станций укладывают, как и на станциях сквозного типа, двойные стрелочные улицы с применением перекрестных переводов и съездов.

Если по местным условиям размещение технических устройств между главными путями затруднительно, то их могут располагать с внешней стороны по отношению к главным путям, лучше со стороны главного пути отправления, но при этом число пересечений маршрутов в горловине возрастет.

Для большинства тупиковых станций, особенно при значительных размерах пригородного движения, характерна схема с жесткой специализацией путей для дальнего и пригородного движения (рис. 23.9, *б*). При этом устройства для дальнего и пригородного движения на станции развиваются обособленно, пути и платформы для

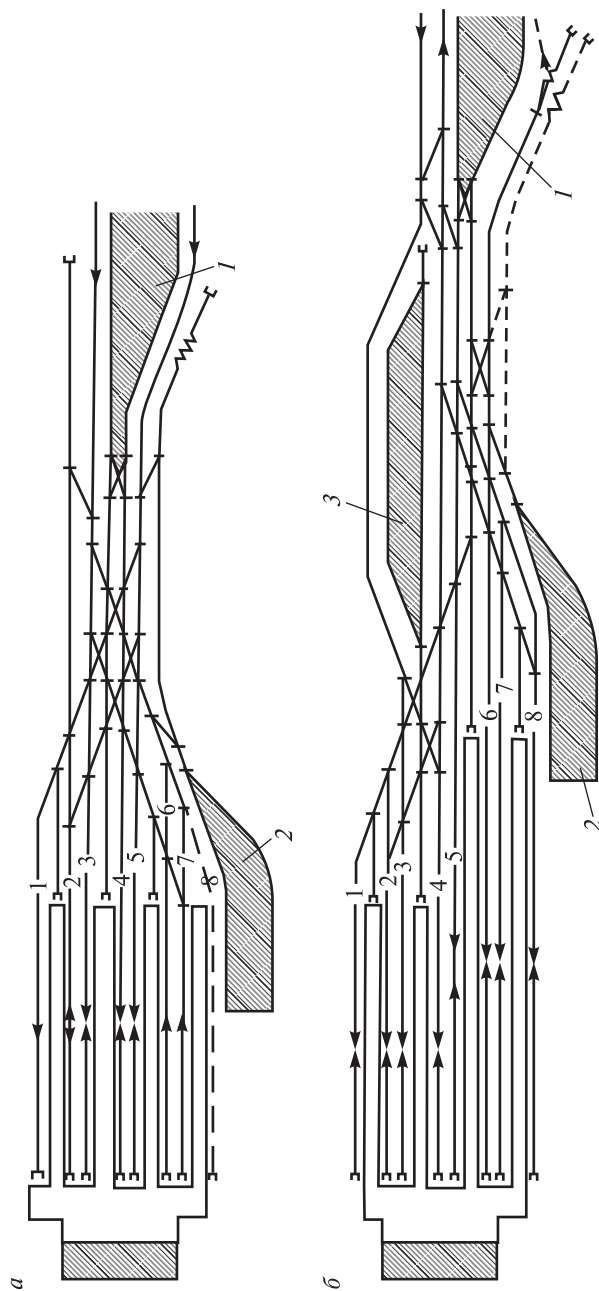


Рис. 23.9. Схемы тупиковых пассажирских станций на двухпутных линиях:

а — при отсутствии специализации путей для дальнего и пригородного движения; *б* — с жесткой специализацией путей для дальнего и пригородного движения; 1 — техническая пассажирская станция (парк); 2 — почтовые и багажные устройства; 3 — парк стоянки пригородных составов

пригородных поездов сооружают меньшей длины, чем для дальних поездов, что обеспечивает экономию на укладке и содержании путей и платформ. Хотя в таких схемах возникают пересечения маршрутов приема дальних поездов с маршрутами отправления пригородных поездов, общее число пересечений на станции уменьшается, так как отпадают пересечения маршрутов приема-отправления пригородных поездов с маршрутами по подаче-уборке составов и локомотивов дальних поездов.

Парк стоянки пригородных составов располагают между главными путями, а техническую станцию (парк) и локомотивное хозяйство — с внешней стороны последовательно с путями приема-отправления дальних поездов, причем в перспективе возможна укладка главного пути отправления дальних поездов в обход технической станции.

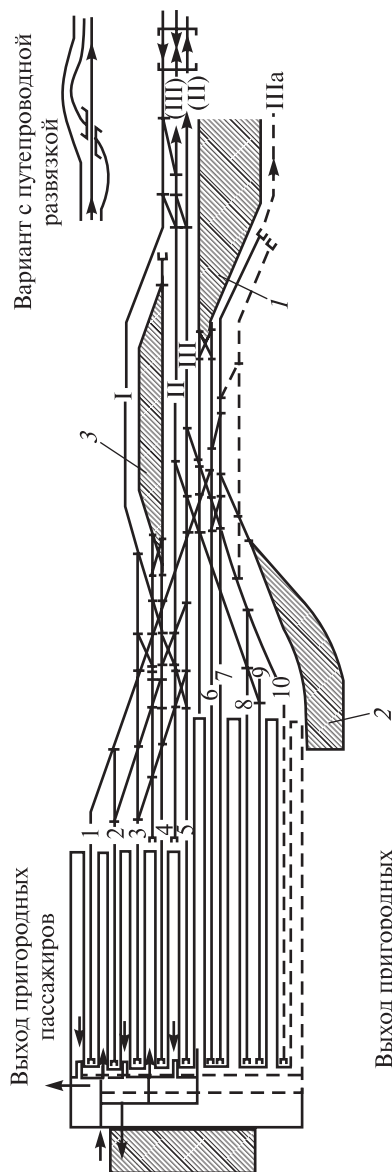
По местным условиям, в зависимости от сложившегося расположения устройств для дальнего движения, возможно размещение устройств для пригородного движения со стороны главного пути отправления (станции Санкт-Петербург-Главный, Санкт-Петербург-Витебский и др.). В этом случае будут пересекаться маршруты приема пригородных поездов с маршрутами отправления дальних.

Из различных вариантов расположения вокзала по отношению к платформам лучшими следует считать торцевой тип или в виде буквы Г (см. табл. 23.1), что позволяет увеличивать число перронных путей.

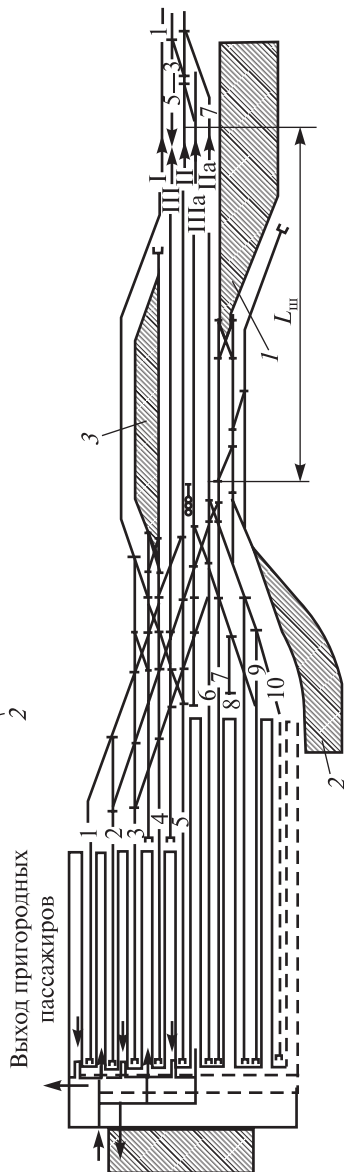
Опыт развития и эксплуатации тупиковых пассажирских станций показал, что при моторвагонной тяге в пригородном движении и оборудовании стрелок и сигналов маршрутно-релейной централизацией они имеют высокую пропускную способность и при длине составов до 10—12 вагонов достаточно удобны для пригородных пассажиров. Однако в связи с дальнейшим ростом размеров пригородного движения ко многим станциям уже имеются или намечаются подходы дополнительных главных путей. При больших размерах пригородного движения, особенно если для него выделяется на участке отдельная пара главных путей, устройства для пригородного движения составляют на станции самостоятельную секцию.

При трехпутном подходе устройства для дальнего движения (в том числе почтовые и багажные устройства) могут размещаться со стороны отправления (рис. 23.10, *а*), либо со стороны прибытия в

а



б



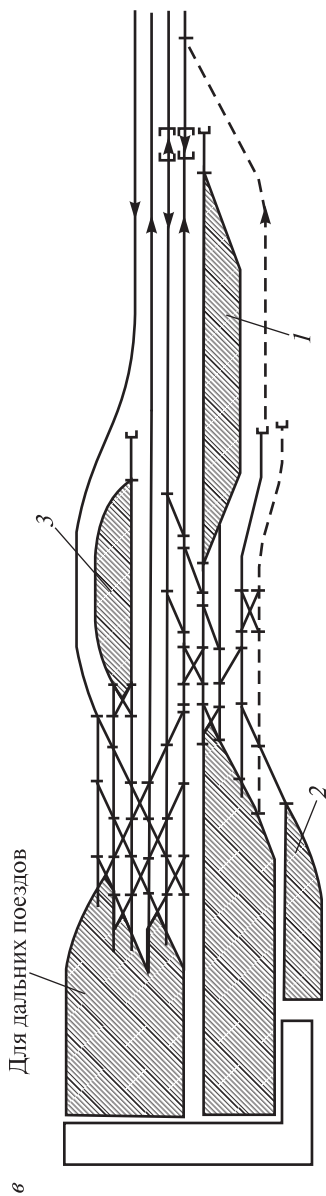


Рис. 23.10. Схемы туликовых пассажирских станций на многопутных участках:

a — на трехпутном участке; *б* — на трехпутном участке с дублирующими главными путями; *в* — на четырехпутном участке (условные обозначения — см. на рис. 23.9)

зависимости от местных условий, а третий главный путь двустороннего действия, специализируемый для пропуска дальних поездов и пригородных «сорокоходов», может располагаться сбоку от пары главных путей для пригородного движения или между ними. В горловине предусмотрены тройные стрелочные улицы для возможности следования пригородных поездов по всем трем главным путям.

Техническая станция (или парк) для обработки составов дальних поездов размещается последовательно с путями приема-отправления этих поездов, а парк отстоя пригородных составов — между главными путями. Если третий главный путь укладывается сбоку от основной пары, то в горловине станции не будет пересечений маршрутов дальних и пригородных поездов.

Если на трехпутном участке путь двустороннего движения размещается посередине (как показано в скобках на рис. 23.10, а), что удобно для перевода движения в пределах участка с крайних путей на средний и обратно, то в горловине возникает пересечение маршрутов дальних и пригородных поездов, которое в необходимых случаях можно устранить посредством развязки главных путей на подходе в разных уровнях. В стесненных условиях городской застройки вместо путепроводной развязки можно построить шлюз с дублирующими главными путями, показанными на рис. 23.10, б. Удаленные стрелочные переводы при этом укладывают пологих марок. Перед приемом на станцию дальнего поезда пригородные поезда отправляются не по пути II, а по пути IIa, но, как только дальний поезд вступит полностью на шлюзовую путь IIIa, отправление пригородных поездов возвращается на главный путь II без увеличения интервала.

Такой шлюз устраняет влияние пересечения на пропускную способность станции по пригородному движению даже при отклонении прибытия главного поезда от расписания. Если длина шлюзового пути будет меньше необходимой для безостановочного движения поездов (но не менее длины поезда), может возникнуть кратковременная остановка принимаемого дальнего поезда продолжительностью на более времени занятия горловины отправляемым пригородным поездом (не более 2 мин).

При четырехпутном подходе к тупиковой станции (см. рис. 23.10, в) в большинстве случаев одна пара главных путей будет предназначена исключительно для пригородных поездов, а вторая —

для следования дальних поездов и пригородных «скороходов». Главная станция при этом развивается в виде двух параллельно расположенных комплексов: одного для пригородного движения и другого для дальнего, связанных общими стрелочными улицами, чтобы пригородные поезда могли следовать в часы интенсивного движения по всем главным путям одновременно. При такой схеме станции пару главных путей, предназначенную только для пригородного движения, лучше располагать сбоку от пары путей для смешанного движения.

Иногда может потребоваться укладка дополнительно главного пути в обход технической станции для составов дальних поездов, как показано штриховой линией.

Во всех схемах тупиковых станций между платформами, обслуживающими дальнейшее пассажирское движение, укладывают по два перронных пути. Такая схема взаимного размещения путей и платформ может применяться и для пригородных поездов, если интервалы прибытия их равны 4—5 мин и более. Если же интервалы прибытия поездов будут меньшими, то лучше применять схему с одним путем между платформами (см. рис. 23.11, *а*), специализацией платформ по прибытию и отправлению и устройством в конце платформ прибытия лестничных сходов (или пандусов, эскалаторов) в широкий поперечный тоннель для выхода на привокзальную

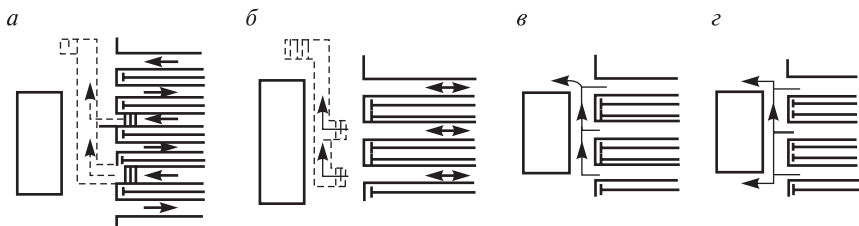


Рис. 23.11. Принципиальные схемы развязки пассажиропотоков на тупиковых станциях:

а — схема с одним путем между платформами, специализацией платформ по прибытию и отправлению, а также развязкой потоков на вокзале; *б* — схема с двумя путями между платформами и развязкой потоков на вокзале; *в* — с пересечением пассажиропотоков в одном уровне при выходе пассажиров с одной стороны вокзала; *г* — с пересечением пассажиропотоков в одном уровне при выходе пассажиров с обеих сторон вокзала

площадь и на станцию метро (как показано на рис. 23.10, *а, б*). В этом случае по прибытии поезда открываются двери вагонов электропоездов сначала лишь в сторону платформы прибытия, а после окончания высадки пассажиров — в сторону платформы отправления. Прибывшие пассажиры уходят через тоннель на привокзальную площадь, и благодаря этому достигается четкое разделение потоков прибывающих и отправляющихся пассажиров, а также полная и удобная развязка их в разных уровнях. Осуществленная по этой принципиальной схеме развязка пассажиропотоков показана на рис. 23.12, *а*.

В схеме с двумя путями между платформами можно также устроить развязку пассажиропотоков в разных уровнях (рис. 23.11, *б*), но сходы для пассажиров в тоннель устраиваются в этом случае на распределительной платформе. Поэтому полного разделения потоков прибывающих и отправляющихся пассажиров в этом случае не получается: на одной и той же платформе может совпадать высадка из одного поезда и посадка в другой. Применительно к этой схеме устроена развязка потоков на вокзале, представленном на рис. 23.12, *б*. Пассажиры на посадку поднимаются по лестницам из подземного зала, а прибывшие идут по поперечной платформе на площадь или к входу в метро.

Простейшие схемы с пересечением пассажиропотоков в одном уровне при выходе пассажиров с одной стороны вокзала (см. рис. 23.11, *в*) и с обеих сторон (см. рис. 23.11, *г*) могут применяться при интервалах 4—5 мин и более. Последняя схема предпочтительнее потому, что имеет меньше пересечений пассажиропотоков.

Таким образом, при высокой частоте прибытия поездов лучшим решением следует считать специализацию платформ по прибытию и отправлению (при одном пути между платформами) в сочетании с развязками пассажиропотоков в разных уровнях. При этом посадка пассажиров с платформы отправления может быть начата сразу после высадки пассажиров на платформу прибытия, и время стоянки состава можно будет сократить до 7—8 мин, а это позволит обойтись меньшим числом путей при тех же размерах движения.

Технические устройства для моторвагонных составов обычно размещают между главными путями, а если их приходится располагать сбоку главных путей, то для обеспечения пересечения могут устраиваться шлюзы по одному из типов, приведенных в главе 35.

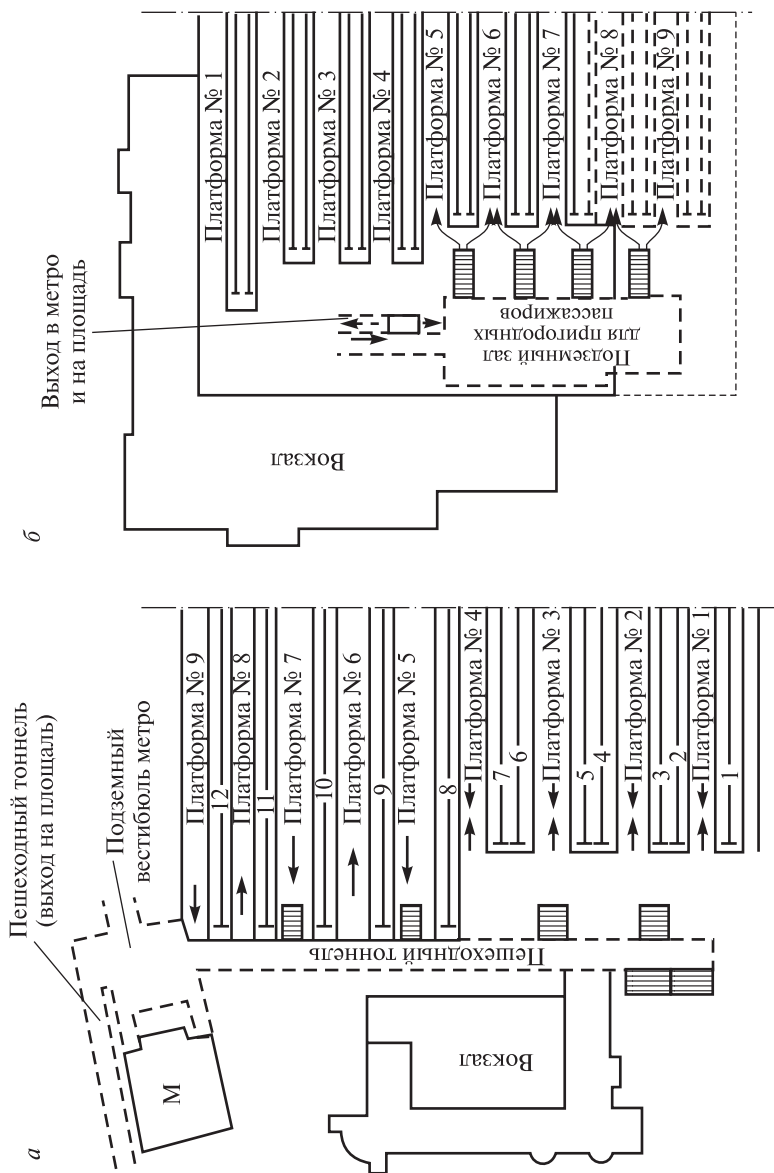


Рис. 23.12. Примеры развязок пригородных пассажиропотоков:

a — с разделением потоков прибывающих и отправляющихся пассажиров; *б* — с частичным разделением потоков прибывающих и отправляющихся пассажиров

При размещении багажного склада и отделения перевозки почты параллельно пассажирским платформам (ближе к горловине) целесообразно соорудить специальное поперечное тоннельное для багажа и почты под концами платформ для дальних поездов с устройством подъемников в концах платформ.

23.2.3. Пассажирские станции комбинированного типа

Пассажирские станции комбинированного типа в большинстве случаев имеют основную группу сквозных приемо-отправочных путей для обслуживания дальнего, местного и пригородного движения и несколько дополнительных тупиковых путей, предназначенных главным образом для отправления пригородных и местных поездов одного направления.

На некоторых станциях комбинированного типа принята другая специализация путей: например, на станции Москва-пассажирская-Смоленская (Белорусском вокзале) тупиковые приемо-отправочные пути с низкими платформами предназначены для дальнего и местного движения; тупиковые приемо-отправочные пути с высокими платформами — для дальнего и местного движения, а также для пригородных поездов; один сквозной путь — для «Аэроэкспрессов» и для дальних поездов савеловского направления, а также отправляющихся в южных направлениях (во время пиковых летних перевозок); три сквозных пути — для пригородного движения.

На рис. 23.13 показана принципиальная схема станции комбинированного типа с тупиковыми путями для моторвагонных поездов, прибывающих со стороны «А».

Одностороннее расположение тупиковых путей для пригородного движения вызывает пересечения в горловине, также как и на тупиковых станциях. Допустимость таких пересечений необходимо проверять расчетом. Техническая станция (парк) для составов дальних поездов должна находиться по возможности в стороне, противоположной размещению тупиковых путей для моторвагонного движения, чтобы загрузка обеих горловин была более равномерной.

Встречаются станции комбинированного типа с островными вокзалами, на которых тупиковые приемо-отправочные пути расположены между основными парками у одного из торцов вокзала.

Схемы комбинированного типа можно применять и в тех случаях, когда на одном из подходов появится значительное количество конечных пригородных поездов, движение которых нельзя

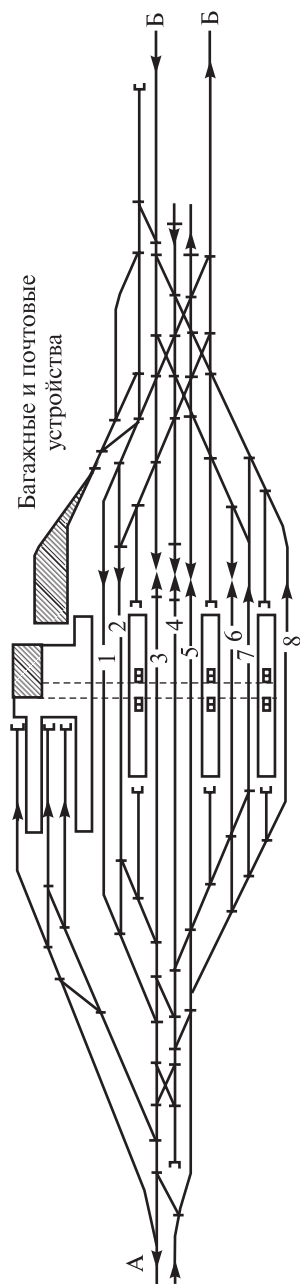


Рис. 23.13. Схема пассажирской станции комбинированного типа

организовать по маятниковому графику, и местные условия затрудняют укладку достаточного числа сквозных путей в основном парке. Если же на обоих подходах к станции намечаются примерно равные размеры пригородного движения и можно ввести маятниковое движение, укладывать дополнительные тупиковые пути для пригородных поездов нецелесообразно. Станцию следует развивать по схеме сквозного типа.

На рис. 23.14 приведена схема пассажирской станции комбинированного типа после реконструкции. Станция обслуживает конечные дальние и пригородные поезда на «А» и «В», а также пригородные поезда, следующие по маятниковому графику в направлении «А—Б». Сквозные пути 1—7 предназначены для обслуживания пригородных конечных поездов из «А», а также следующих по маятниковой схеме из «А» на «Б» и обратно; пути 8—15 — для обслуживания дальнего пассажирского движения на «А» и «В»; тупиковые пути 1—8 — для пригородных поездов на «В». Вторая пара главных путей в сторону «Б» связывает пассажирскую станцию с технической станцией и одновременно служит для пропуска небольшого числа транзитных поездов.

Пассажирские платформы связаны с вокзалом привокзальной площадью и станцией метро посредством тоннелей. На привокзальной площади предусмотрена развязка для городского транспорта.

23.3. Зонные и пересадочные станции. Пассажирские остановочные пункты

Зонные станции сооружают в пределах пригородных участков в пунктах значительного спада пассажиропотоков. Они служат для оборота части пригородных поездов, отстоя составов этих поездов в часы дневного снижения интенсивности движения и в ночное время.

Средняя длина пригородного участка в крупных железнодорожных узлах составляет в настоящее время около 60 км. В Московском узле средняя длина достигает 117 км, в Санкт-Петербургском — 64 км. На каждом участке число зон и расстояния между зонными станциями различны. Они зависят от размещения населенных пунктов и распределения пассажиропотоков по длине участка.

Зонные станции, кроме главных путей, должны иметь пути приема и отправления поездов, заканчивающих и начинающих движе-

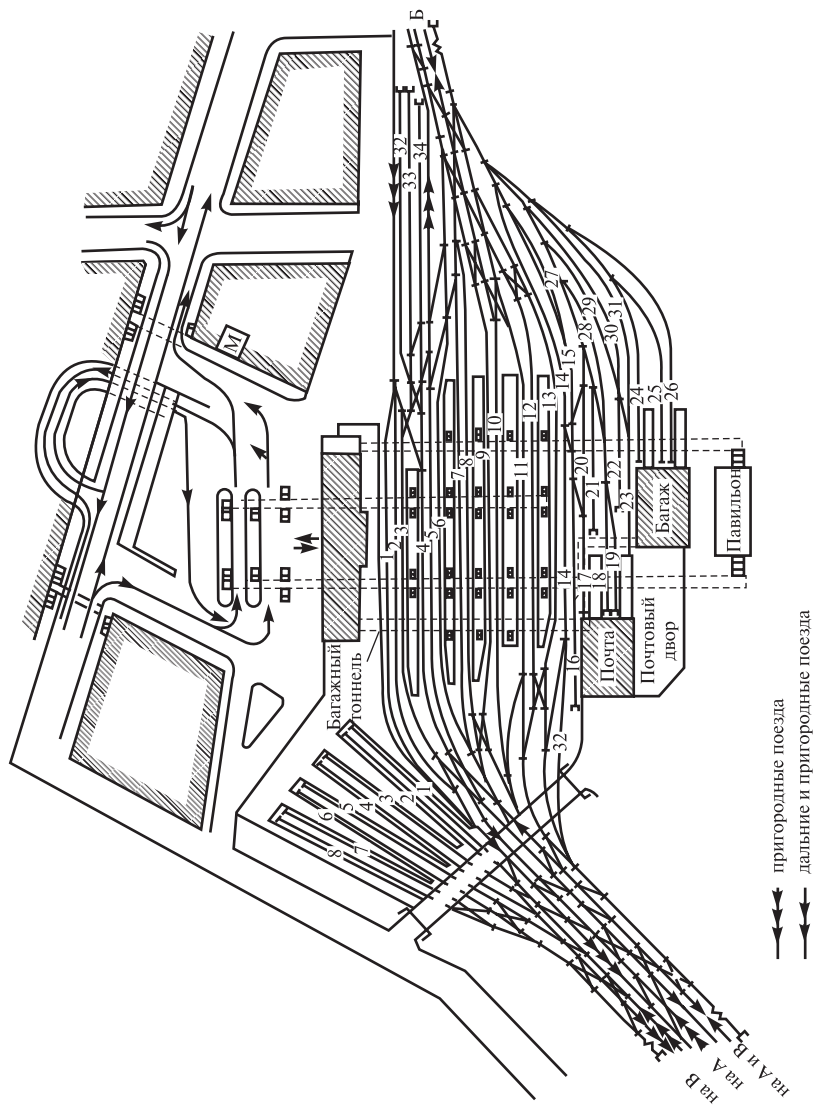


Рис. 23.14. Схема пассажирской станции комбинированного типа после реконструкции

ние на данной станции (зонные пути), пассажирские платформы, пешеходные мосты или тоннели, а при необходимости — также пути отстоя пригородных составов или моторвагонных секций. При обращении электропоездов, дизель-поездов, автомотрис или рельсовых автобусов пути отстоя подвижного состава могут быть тупиковыми. Эти пути должны быть оборудованы устройствами для промывки туалетов (при их наличии) и заправки их водой, а при наличии задания — установками для обмывки вагонов.

Приемо-отправочные пути для зонных поездов следует предусматривать двусторонней специализации полезной длиной, соответствующей длине обращающихся поездов. Главные пути в качестве зонных могут использоваться только в исключительных случаях, при соответствующем обосновании. На двухпутном участке зонные пути должны быть сквозными и располагаться между главными путями. На зонной станции, пропускающей в один час до четырех пригородных (моторвагонных) поездов, обычно проектируется один зонный путь, более четырех поездов — два пути.

При обслуживании пригородных поездов локомотивами на зонных станциях следует предусмотреть пути для их стоянки. На одной из зонных станций головного участка может быть размещено моторвагонное ремонтное предприятие, расположение которого устанавливается проектом с учетом местных условий.

Зонные станции могут проектироваться как самостоятельные, так и переустраиваться из промежуточных или участковых станций. В этом случае следует предусмотреть комплекс устройств, обеспечивающих выполнение основных технологических операций на станции.

Основные схемы самостоятельных зонных станций приведены на рис. 23.15. На таких станциях имеются только сквозные зонные пути, тупиковые пути для отстоя составов, пассажирские платформы и переходы между ними в виде пешеходных тоннелей или мостов.

Варианты схем зонных станций, совмещенных с промежуточной станцией, представлены на рис. 23.16.

В схеме I между главными путями располагается один зонный путь 5 и последовательно с ним (по ходу прибытия конечных поездов) тупиковые пути отстоя 7 и 8. Это обеспечивает удобство приема-отправления поездов и уборки-подачи составов, а также безопасность движения и высокую пропускную способность. Сквозные поезда пропускаются по главным путям. Конечные по-

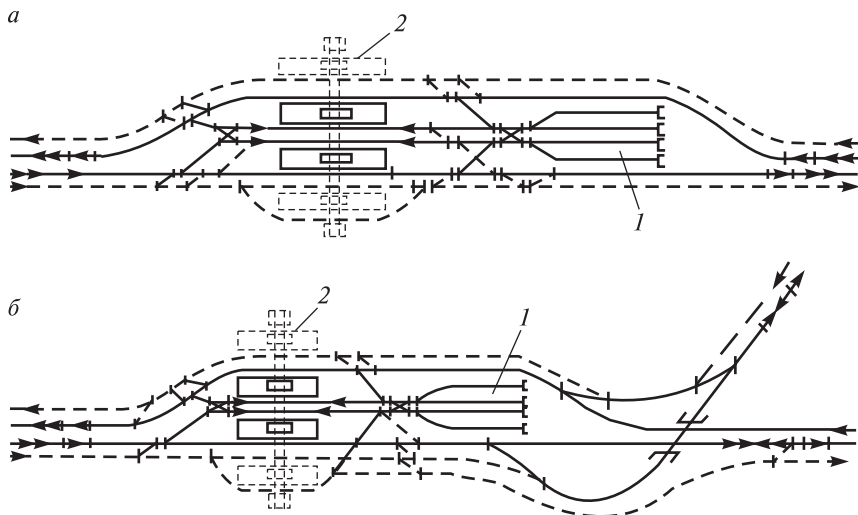


Рис. 23.15. Схемы самостоятельных зонных станций:

a — на многопутной линии; *б* — обслуживающей три направления; 1 — тупиковые пути для отстоя составов; 2 — пассажирские платформы и переходы между ними

езда могут также приниматься на главный путь II и отправляться с главного пути I с перестановкой составов через тупиковые пути отстоя. Съезды в центральной горловине, показанные штриховыми линиями, необходимы в тех случаях, когда на зонный путь предусматривается прием пригородных поездов дальних зон для обгона их пассажирскими скоростными поездами.

Схема II отличается от предыдущей наличием двух зонных путей, что позволяет принимать более четырех конечных поездов в час, а также бóльшим числом тупиковых путей для отстоя составов, а в схеме III, кроме того, предусматривается сооружение моторвагонного депо.

Для станций с небольшим числом конечных поездов и интервалах следования пригородных поездов на другие более удаленные зоны порядка 8—10 мин и более может быть применена упрощенная схема IV без зонного пути. При такой схеме для приема и отправления конечных поездов используются главные пути, а составы переставляются через тупиковый отстойный путь 6.

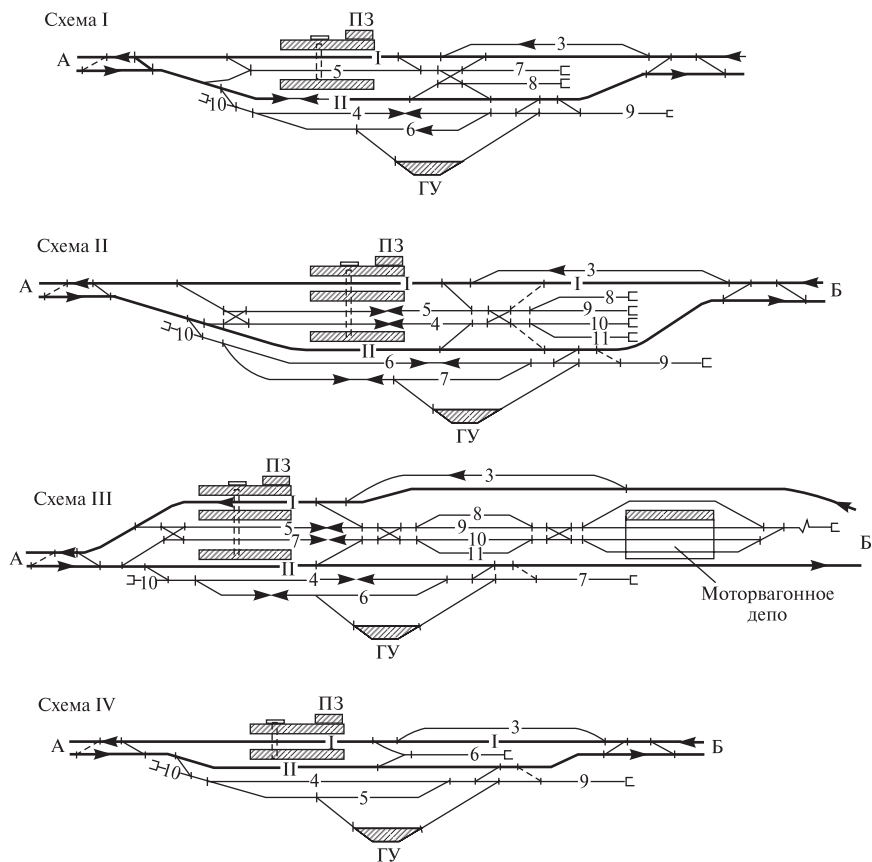


Рис. 23.16. Схемы зонных станций, совмещенных с промежуточными станциями:
ПЗ — пассажирское здание; ГУ — грузовые устройства

В исключительных случаях по местным условиям и при больших интервалах следования поездов по главным путям допускается располагать отстойные пути и моторвагонное депо с одной стороны от главных путей.

Пересадочные станции сооружают в крупных железнодорожных узлах, а также в местах сближения или пересечения пригородных железнодорожных линий с линиями метрополитена.

Целью сооружения пересадочных станций, помимо создания удобств для пассажиров, является разгрузка головных вокзалов от значительной части пассажиров. Примером такой организации связи метрополитена с железными дорогами в России могут служить объединенные пересадочные станции «Выхино» в Москве и «Девяткино» в Санкт-Петербурге.

Кроме того, имеется целый ряд пересадочных узлов, где станции метрополитена располагаются на некотором расстоянии от станции железной дороги. В перспективе намечается расширить число пунктов взаимодействия железной дороги и метрополитена на базе железнодорожных остановочных пунктов в Москве и Санкт-Петербурге. Такие остановочные пункты планируется в дальнейшем превратить в комплексные пересадочные узлы путем подвода к ним, кроме линий метрополитена, дополнительных маршрутов городского пассажирского транспорта.

При размещении станций пересадки на городской транспортной сети необходимо учитывать возможность организации быстрой и удобной доставки пассажиров к основным жилым и промышленным районам города, местам массового отдыха, вокзалам междугороднего транспорта и остановочным пунктам общественного городского транспорта. Станции пересадки должны иметь подходы для пассажиров и подъезды для общественного и индивидуального пассажирского транспорта.

Тип станции пересадки определяется рядом факторов, главным из которых является взаимное расположение линий железных дорог и метрополитена. В зависимости от этого различают станции пересадки совмещенного и не совмещенного типов.

Совмещенные станции с объемлющими путями (см. рис. 23.17, *а, б*) обеспечивают наилучшие условия для быстрой и удобной пересадки пассажиров из вагона пригородного электропоезда в вагон метрополитена через объединенную платформу. В этом случае пассажир затрачивает на пересадку 0,5—1,0 мин. По такому типу запроектирована станция «Девяткино» в Санкт-Петербурге.

Однако сооружение пересадочных станций такого типа требует больших капитальных затрат на устройство путепроводных развязок пересекающихся линий, при этом практически нет возможности развития железнодорожного остановочного пункта в будущем. Поэтому в практике строительства совмещенных пересадочных

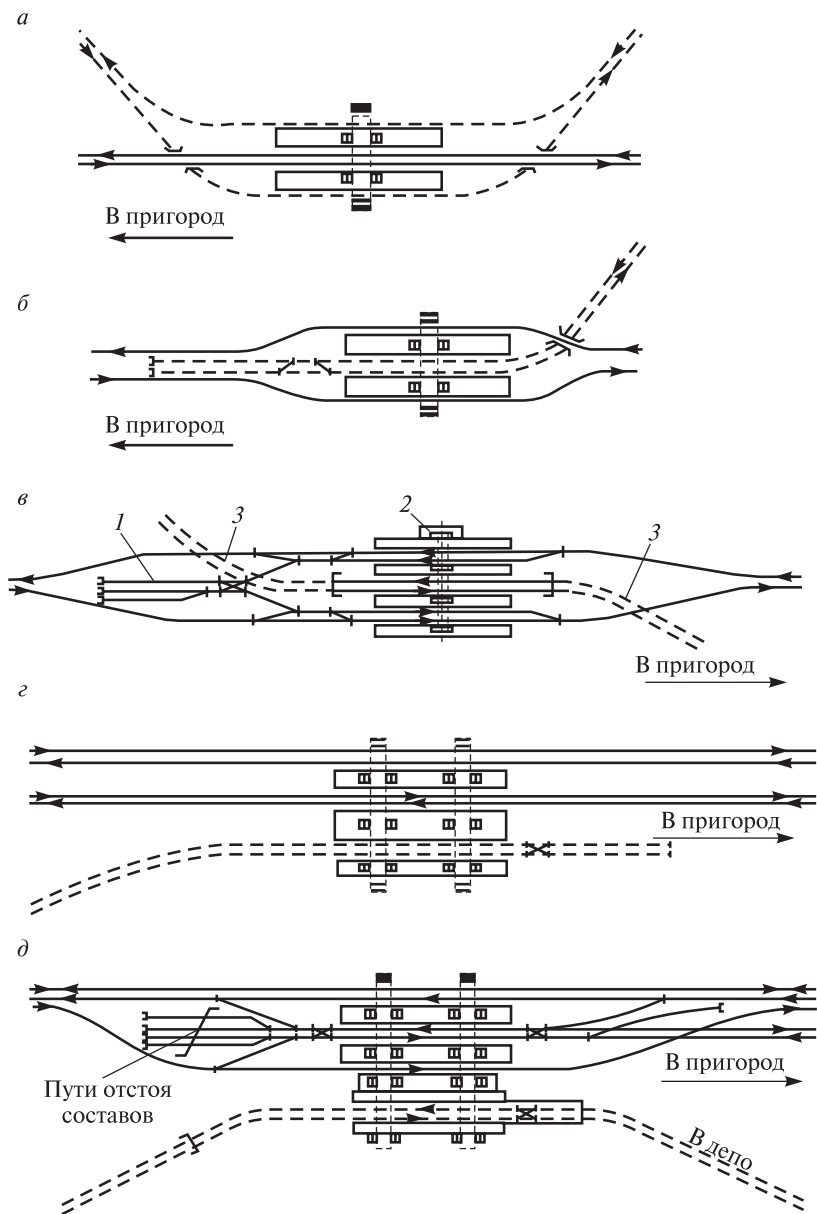


Рис. 23.17. Схемы пересадочных станций совмещенного типа:
а–в — с объемлющими путями метрополитена; *г, д* — с односторонним расположением путей метрополитена

станций в нашей стране распространение получили станции с односторонним расположением путей метрополитена, где для пересадки пассажиров используются пешеходные тоннели между платформами (станция «Купчино» в Санкт-Петербурге, рис. 23.17, *з*) или пешеходные тоннели для пассажиров одного направления и объединенная платформа для пассажиров другого направления (станция «Выхино» в Москве, рис 23.17, *д*). Для увеличения пропускной способности пересадочных устройств на таких станциях устраивается по два пешеходных тоннеля, имеющих выходы на все посадочные платформы и к остановкам городского наземного транспорта. Затраты времени на пересадку на этих станциях составляют 0,5—2,5 мин.

Наличие обособленных станций железной дороги и метрополитена, расположенных раздельно в плане и уровнях, не позволяет устраивать совмещенные станции пересадки. Пассажиру при пересадке на не совмещенных станциях приходится преодолевать систему эскалаторов, лестниц, пешеходных тоннелей и мостиков, а иногда и открытые наземные пространства (городские улицы и площади), затрачивая при этом от 5 до 12 мин. Наиболее характерными примерами здесь могут служить почти все железнодорожные вокзалы Москвы и Санкт-Петербурга периферийные станции пересадки Москвы: «Фили», «Электrozаводская», «Рижская», «Войковская», «Ленинградская». К достоинствам станций пересадки не совмещенного типа следует отнести возможность осуществления четкой специализации пассажирских платформ по посадке и высадке пассажиров и лучшие по сравнению со станциями совмещенного типа условия для дальнейшего развития устройств железной дороги и метрополитена на станции.

В тех случаях, когда линии железной дороги и метрополитена пересекаются в разных уровнях и угол пересечения прямой или близкий к прямому, обычно проектируются станции башенного типа (см. рис. 23.18). На таких станциях пассажиры, прибывшие по железной дороге, спускаются по переходу к поездам метрополитена. Примерами станций башенного типа могут служить ряд станций в Москве (см. рис. 23.18, *а* и *б*). Процесс пересадки на этих станциях занимает 3—4 мин. Существенным преимуществом станции башенного типа является то, что на ее сооружение почти не требуется выделять дополнительно дорогостоящие городские земельные участки.

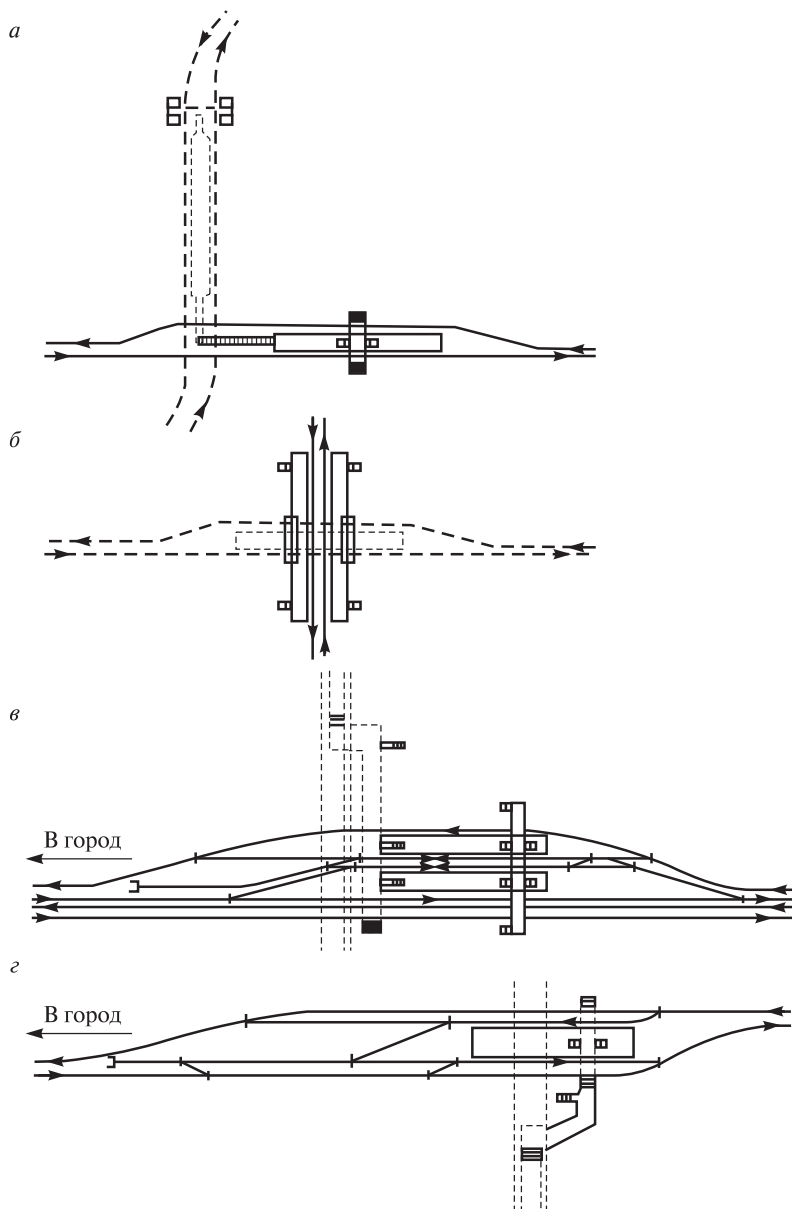


Рис. 23.18. Схемы пересадочных станций башенного типа:
a и *б* — без зонных путей для оборота пригородных электропоездов; *в* и *г* — с зонными путями для оборота на них части пригородных электропоездов

На пересадочных станциях башенного типа часто укладываются зонные пути для оборота на них части пригородных электропоездов (см. рис. 23.18, *в* и *г*). Это позволяет значительно разгрузить головные железнодорожные участки и пассажирские станции, тем самым отдалить капитальные вложения на усиление их путевого развития. Зонные пути отстоя следует располагать со стороны, противоположной приему конечных пригородных поездов.

В тех случаях, когда на пригородной железнодорожной линии сооружаются периферийные станции пересадки на метрополитен, их целесообразно совмещать с зонными станциями. В этом случае на головной вокзал попадает значительно меньший пассажиропоток, что позволяет отдалить затраты и на развитие вокзального комплекса (вокзальные помещения, привокзальные площади и др.).

На участках с большим пригородным движением между разделными пунктами с путевым развитием сооружают *пассажирские остановочные пункты*, которые служат исключительно для посадки и высадки пассажиров и располагаются в зависимости от размещения населенных мест, городов и рабочих поселков. Для крупнейших городов (Москва, Санкт-Петербург) среднее расстояние между остано-

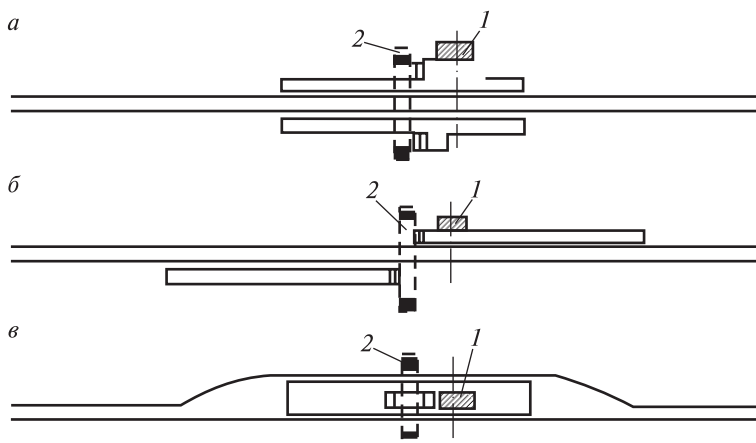


Рис. 23.19. Схемы остановочных пунктов:
а — с боковыми платформами, расположенными в одном створе; *б* — с боковыми платформами, расположенными со смещением; *в* — с островной платформой;
 1 — павильон; 2 — переход к платформам

вочными пунктами составляет 3,8—5,3 км. Для менее крупных узлов (Минеральные Воды) это расстояние увеличивается до 6—6,8 км.

Для посадки и высадки пассажиров на остановочных пунктах предусматривают платформы, которые обычно размещают с внешней стороны главных путей. На двухпутных линиях платформы могут быть боковые с расположением в одном створе (см. рис. 23.19, *а*), со смещением (см. рис. 23.19, *б*) и островные (см. рис. 23.19, *в*), сооружаемые (при обосновании) на электрифицированных участках. Боковое расположение платформ по сравнению с островным обеспечивает прямые главные пути, разделение пассажиропотоков по направлениям, а в ряде случаев и снижение затрат на сооружение платформ.

Контрольные вопросы

1. Перечислите достоинства пассажирских станций сквозного типа.
2. В чем недостатки станций сквозного типа?
3. Какие варианты размещения путей для пригородных поездов применяют на пассажирских станциях сквозного типа?
4. Какие варианты размещения путей для пригородных поездов применяют на пассажирских станциях сквозного типа?
5. Назовите достоинства и недостатки пассажирских станций тупикового типа.
6. В чем состоят особенности пассажирских станций комбинированного типа?
7. Для чего служат зонные станции и как определяют место их расположения на линии?
8. В каких случаях на зонных станциях проектируют один и два зонных пути?
9. Для чего предназначены пересадочные станции и в каких местах их размещают?
10. В чем достоинства пересадочных станций совмещенного типа?
11. Какие схемы остановочных пунктов применяют на пригородных участках?

Глава 24. ПАССАЖИРСКИЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ СТАНЦИИ

24.1. Назначение, классификация и основные устройства пассажирских технических станций

Пассажирские технические станции (ПТС) предназначены для переформирования, очистки, обмывки, экипировки и ремонта пассажирских составов. В зависимости от объемов работы они разделяются на станции и технические парки. Технические станции бывают крупные, обрабатывающие в сутки более 15—20 составов, и средние — от 8 до 15 составов. В технических парках обрабатывается 6—8 и менее составов в сутки.

Технические станции строят однопарковыми и многопарковыми (каждый из парков имеет целевое назначение), технические парки — однопарковыми, где все операции по ремонту и экипировке составов производятся на одном пути.

На сети железных дорог общего пользования Российской Федерации насчитывается свыше 80 пассажирских технических станций и парков, которые выполняют операции по формированию и обороту поездов дальнего следования, из них 45 % объема работы осуществляют на крупных станциях, обрабатывающих более 20 поездов в сутки. В число крупнейших станций по обработке пассажирских составов входят станции Московского узла, в котором формируется и оборачивается около одной трети всех пассажирских поездов дальнего следования.

Около 80% технических станций имеют один парк. Среди них крупнейшая пассажирская станция Москва-Павелецкая. Для отстоя составы пассажирских поездов с этих станций выставляются на пути грузовых и промежуточных станций участка.

К многопарковым относятся такие станции, как Москва-Ярославская, Каланчевская, Николаевка, Москва-Киевская, Санкт-Петербург-Главный, где парки специализированы по-разному. Так,

станция Москва-Ярославская имеет парки приема, отправления и обработки составов местных и оборачиваемых поездов. Станция Каланчевская — парк для составов поездов своего формирования и два парка для составов оборачиваемых поездов. Станция Николаевка — пять парков, причем не все пути этой станции включают полный комплект устройств для обработки составов, а часть путей используется для других целей (прием-отправление грузовых поездов и т.п.). Многопарковые станции имеют вагономоечные машины (ВММ), а станции Москва-Ярославская, Москва-Киевская и Санкт-Петербург-Главный — также и ремонтно-экипировочное депо (РЭД).

В состав станции Москва-Пассажирская-Киевская входит современное ремонтно-экипировочное депо, позволяющее выполнять полный комплекс операций по подготовке составов в рейс. РЭД имеет шесть путей на полную длину состава.

Для подготовки в рейс составов пассажирских поездов на технических станциях имеются путевое развитие, ВММ, РЭД с ремонтными цехами и отделениями, пункты технического осмотра и автоконтрольные пункты, дезинсекционные устройства, склады топлива, горячее и холодное водоснабжение и др.

Путевое развитие технических станций включает пути приема, ремонтно-экипировочные, отправления готовых составов, отстоя пригородных составов, вытяжные, соединительные, ходовые, для резервных и неисправных вагонов, а также пути для стоянки почтовых, багажных вагонов, и др. В некоторых случаях на станциях размещают пути локомотивного хозяйства.

На путях станций предусматривают наличие:

- механизированных средств транспортировки запасных частей и материалов для ремонта и экипировки вагонов, снабжения их углем, постельными принадлежностями со съемным инвентарем, вывоза мусора;

- специальных ремонтных путей или тупиков, оборудованных смотровыми канавами и оснащенных необходимыми подъемно-транспортными средствами для выполнения отцепочного ремонта и единой технической ревизии;

- специальных путей для технического обслуживания и экипировки вагонов-ресторанов и вагонов с кафе-буфетами, технического обслуживания почтово-багажных вагонов.

Пассажирские технические станции и парки имеют сети водоснабжения и водоотведения, энергоснабжения, связи, уширенные междупутья для проезда автомашин.

Пути парка приема предназначены для приема, технического осмотра и переформирования пассажирских составов. На этих путях производится также очистка вагонов от мусора, а в отдельных случаях и частичная экипировка составов по снабжению вагонов топливом.

Ремонтно-экипировочные пути служат для безотцепочного ремонта, зарядки аккумуляторов и экипировки составов.

Парк отправления готовых составов служит для отстоя подготовленных к рейсу составов дальних пассажирских поездов. На путях этого парка может также выполняться частичная экипировка по набору воды, снабжению бельем и т.д.

Для обеспечения поточности движения подвижного состава пути приема и стоянки готовых составов проектируют сквозными. Пути отстоя пригородных составов (в том числе дизель-поездов и моторвагонных секций) также проектируют сквозными. Вблизи этих путей сооружают специальный пункт контрольно-технического осмотра.

Пути для стоянки резервных, почтовых, багажных и других вагонов проектируют тупиковыми или сквозными. Они укладываются вблизи ремонтно-экипировочных путей и примыкают к основному вытяжному пути технического парка.

На некоторых технических станциях могут располагаться пути (базы) для отстоя резервных составов в период спада пассажирского движения. Эти пути размещают параллельно основным паркам технической станции, обеспечивая минимальное количество маневровых передвижений при подготовке резервных составов к рейсу.

Чтобы обеспечить маневровую работу по переформированию составов, укладывают вытяжные пути, количество которых зависит от объема работы и взаимного расположения парков. Для связи между отдельными районами станции предусматривают специальные соединительные и ходовые пути.

Для наружной обмывки составов на технических станциях применяют стационарные и передвижные вагономоечные машины. Вагономоечные машины следует размещать, как правило, после парков приема на входе в зону очистки пассажирских вагонов от мусора

и шлака. Для обеспечения круглогодичной обмывки пассажирских вагонов вагономоечные машины следует устанавливать в закрытых помещениях с наличием тепловых завес и калориферов для сушки вагонов в холодный период года.

Вагономоечные машины должны иметь замкнутый цикл работы. Обратная вода перед повторным использованием для обмывки пассажирских составов должна очищаться на локальных очистных сооружениях от нефтепродуктов, взвешенных веществ и обеззараживаться термически при температуре $+70\text{ }^{\circ}\text{C}$ с экспозицией 40 минут.

Автоматическая система работы комплекса обмывки позволяет управлять технологическим процессом одному оператору. Производительность стационарной ВММ составляет 28—30 вагонов в час.

Ремонтно-экипировочные устройства технических станций подразделяют на крытые, сооружаемые на станциях, расположенных в северных и средних районах, и открытые, размещаемые на дорогах юга европейской части России, где экипировочные работы в течение всего года выполняют на открытом воздухе. При открытом расположении экипировочных устройств в парках экипировки сосредоточивают всю основную работу по осмотру, ремонту и экипировке составов, подготавливаемых в рейс, для чего предусматривают соответствующие производственные здания.

На технических станциях, где имеются крытые ремонтно-экипировочные депо со всеми необходимыми производственными и бытовыми помещениями, дополнительных зданий, как правило, не требуется. Ремонтно-экипировочное депо с крытыми стойлами состоит из стойловой части и производственных мастерских со служебно-бытовыми помещениями. В экипировочных депо могут предусматриваться помещения для прачечных, хранения комплектов постельного белья, предназначенных для обслуживания пассажиров, склады для экипировки вагонов-ресторанов.

Длина экипировочного депо рассчитывается по количеству вагонов в наиболее длинном экипируемом составе с добавлением 5 м с каждой стороны до торцовых стен депо и 10 м на растяжку состава для удобства работ в средней части депо. Ширина здания определяется числом путей в депо. Высота здания устанавливается из расчета возможности подъема вагона для выкатки тележек и возможности работы в этих условиях на крыше вагона. Площади подсобных це-

хов и отделений принимаются по нормам проектирования с учетом расстановки принятого технологического оборудования.

В пунктах формирования пассажирских поездов с числом приписанных вагонов не менее 400 сооружают вагонные депо для деповского (планового) и текущего отцепочного ремонта пассажирских вагонов, изготовления и ремонта вагонных деталей для нужд депо и пунктов технического осмотра, а также ремонта оборудования. Депо обычно размещается параллельно РЭД и кооперируется с ним подсобными цехами и отделениями. Пути депо примыкают к вытяжке станции. Ремонтные и выставочные пути проектируют сквозными, что обеспечивает поточность в технологии обработки вагонов.

На отдельных станциях для газовой обработки вагонов сооружают специальные устройства — дезангары, пути которых должны примыкать к основной вытяжке станции.

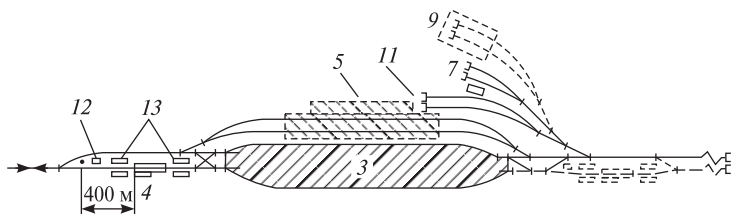
24.2. Схемы пассажирских технических станций

Схемы технических станций зависят от числа перерабатываемых в сутки составов, наличной свободной территории и других условий. Основное требование при проектировании схем технических станций и размещении на них устройств — поточность обработки составов и сокращение до минимума возвратных передвижений.

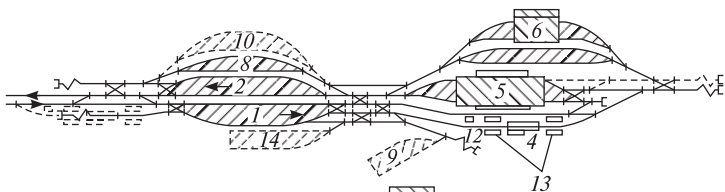
Схема технической станции определяется взаимным расположением приемо-отправочных парков, вагономоечного цеха и ремонтно-экипировочных устройств. Выбор схемы обуславливается технико-экономическими расчетами.

Однопарковые схемы (см. рис. 24.1, *а*) применяются, как правило, при обработке менее 10 составов в сутки. В них пути приема-отправления и РЭД (или ремонтно-экипировочные пути) расположены параллельно. Тупиковые пути для отцепочного ремонта вагонов, стоянки резервных вагонов, газовой дезинфекции и другие размещают параллельно приемо-отправочным путям и примыкают к вытяжному пути. Вагономоечную машину целесообразно размещать после приемо-отправочного парка, так как наружную обмывку составов целесообразно производить после переформирования состава, хотя по местным условиям она может располагаться и перед приемо-отправочными путями.

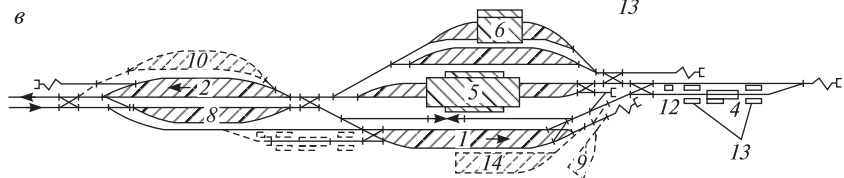
a



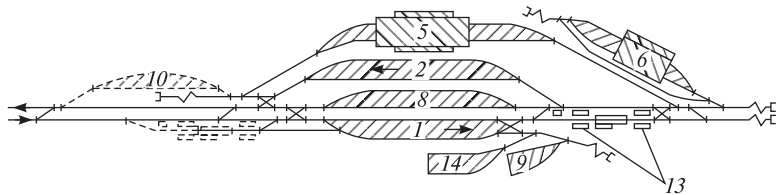
б



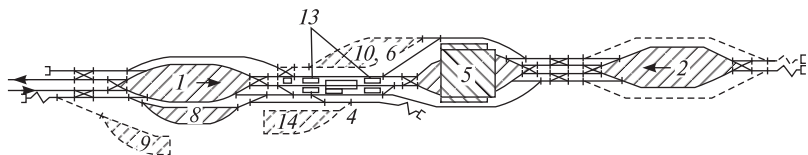
в



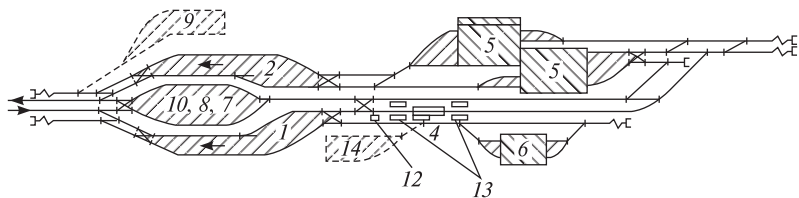
г



д



е



При сооружении новых многопарковых технических станций и реконструкции существующих станций целесообразно применять следующие принципиальные схемы, рекомендуемые в качестве типовых:

- ремонтно-экипировочные устройства размещены последовательно парку приема и отправления (см. рис. 24.1, б);
- парк отправления расположен последовательно ремонтно-экипировочным устройствам и парку приема составов дальних поездов (см. рис. 24.1, в);
- ремонтно-экипировочные устройства расположены параллельно паркам приема и отправления (см. рис. 24.1, г);
- парк приема, ремонтно-экипировочное депо и парк отправления дальних поездов расположены последовательно (см. рис. 24.1, д);
- парки приема и отправления размещены параллельно и разделены локомотивным хозяйством и путями для местных вагонов, а РЭД располагается последовательно парку отправления (см. рис. 24.1, е).

Схема технической станции с ремонтно-экипировочными устройствами, размещенными последовательно парку приема и отправления (см. рис. 24.1, б), обеспечивает поточность обработки составов и компактное расположение парков. Парки связаны объединенными горловинами, позволяющими использовать их как взаимозаменяемые. Расположение парка местных и пригородных составов перед ремонтно-экипировочными устройствами позволяет обрабатывать прибывающие составы без перестановки, минуя ремонтные устройства.

Схема технической станции, приведенная на рис. 24.1, в, также удобна для обслуживания и обработки пассажирских составов. Она



Рис. 24.1. Типовые схемы пассажирских технических станций:

а — однопарковая, *б–е* — многопарковые; *1* — парк приема; *2* — парк отправления; *3* — приемо-отправочный парк; *4* — стационарная вагономоечная машина, *5* — ремонтно-экипировочное предприятие (или экипировочные пути); *6* — вагонное депо; *7* — отстойные пути; *8* — парк местных и пригородных составов; *9* — пути газовой дезинфекции, *10* — локомотивное хозяйство; *11* — пути отцепочного ремонта; *12* — установка для сбора и уплотнения мусора; *13* — экипировочные платформы; *14* — вариант размещения почтово-багажных устройств

отличается от предыдущей схемы смещением комплекса обмывка-прием в сторону ремонтно-экипировочного депо, что ухудшает схему из-за отсутствия взаимозаменяемости парков.

Схема с параллельным расположением всех парков (см. рис. 24.1, *г*) имеет существенный технологический недостаток — необходимость встречных перестановок составов, передаваемых из парков в ремонтно-экипировочные устройства и обратно. Для размещения станции по этой схеме требуется площадка значительной ширины. Такая схема применима при крайне ограниченной длине площадки, с обязательной проверкой загрузки горловин и вытяжных путей.

Схема, показанная на рис. 24.1, *д*, требует увеличения расстояния между парком отправления и РЭД, чтобы в процессе обмывки состава не занимать входную горловину РЭД. Такая схема может рекомендоваться в случае невозможности размещения парка отправления по другой схеме.

Схема, представленная на рис. 24.1, *е*, в которой нет взаимозаменяемости путей приема и отправления и отсутствует связь РЭД с парком приема, может быть применена при невозможности размещения устройств по другой схеме.

Из рассмотренных схем предпочтение следует отдать схеме на рис. 24.1, *б*, в которой пути приема и отправления взаимозаменяемы и максимально приближены к пассажирской станции.

На технических станциях, обслуживающих крупные пассажирские станции тупикового типа можно рекомендовать схему, представленную на рис. 24.2, в которой предусмотрена левосторонняя специализация соединительных путей и соответствующее такой специализации расположение обмывочного цеха и РЭД. В этой схеме реализована технология освобождения вагонов от шлака и мусора и замена постельного белья в процессе прохода состава через вагономоечную машину.

Технология работы пассажирской технической станции предполагает выполнение следующих операций: поступление состава в парк приема; технический осмотр для выявления вагонов, подлежащих безотцепочному и отцепочному ремонту с передачей их на пути ВРД; санитарный осмотр и обработка состава; уборка; снабжение углем; переформирование состава в связи с заменой неисправных вагонов; проход состава через вагономоечную машину, перед которой на специально оборудованных платформах происходит

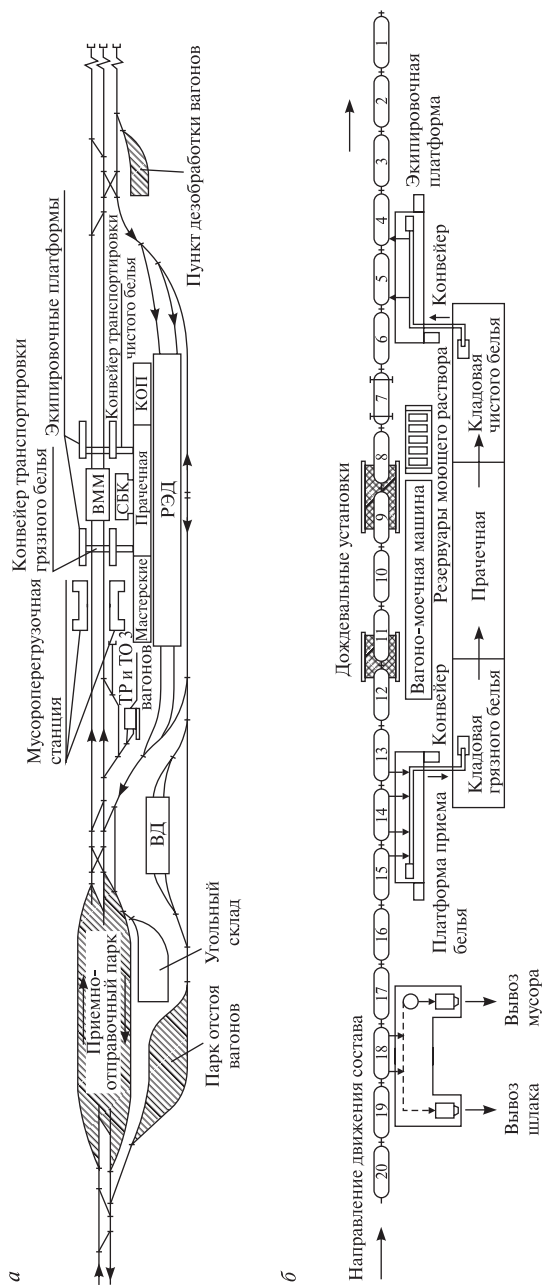


Рис. 24.2. Схема пассажирской технической станции, разработанной Киевгипотрансом (а) и комплекс устройств для подготовки пассажирских составов в рейс (б)

освобождение вагонов от шлака и мусора, сдача использованного постельного белья, а после обмывки вагонов — получение чистого белья; подача состава в РЭД; осмотр состава; зарядка аккумуляторных батарей, межпоездной ремонт ходовых частей, автотормозов, внутреннего оборудования; внутренняя влажная уборка вагонов; снабжение инвентарем, водой и подача состава в парк отправления.

В ряде случаев возможны отдельные отступления от данной технологии. Например, если вагонмоечная машина находится перед парком приема, то мойка вагонов производится до прохождения технического осмотра и санитарной обработки. Сдача использованного и получение чистого постельного белья может предусматриваться в РЭД. Снабжение вагонов-ресторанов целесообразно производить в РЭД в процессе ремонтных работ, но может быть и на специальной базе.

На рис. 24.3 изображена схема технической станции, обслуживающей крупную пассажирскую станцию. Схема размещения устройств в основном соответствует принципиальной схеме, представленной на рис. 24.1, б. Однако на этой станции очистка вагонов от

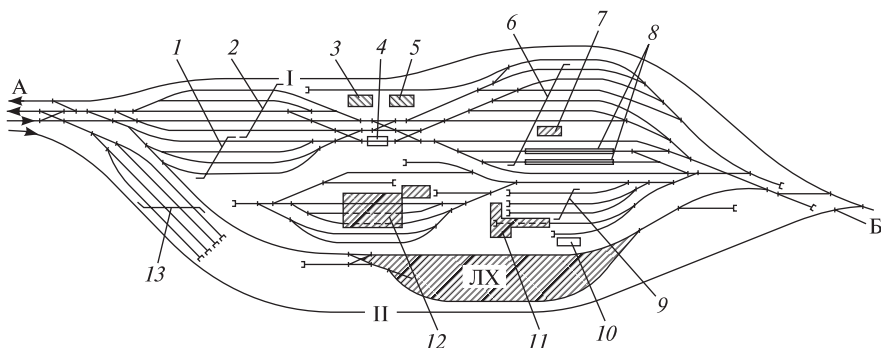


Рис. 24.3. Схема технической станции, обслуживающей крупную пассажирскую станцию:

1 — парк приема; 2 — парк отправления; 3 — зарядная для аккумуляторов; 4 — вагонмоечная машина; 5 — прачечная; 6 — ремонтно-экипировочный парк; 7 — мастерские и служебно-бытовые помещения; 8 — смотровые каналы; 9 — парк отстоя резервных вагонов; 10 — база снабжения вагонов-ресторанов; 11 — ангар для дезинфекции вагонов; 12 — вагоноремонтное депо; 13 — парк отстоя электровозов

мусора предусмотрена в парке приема, ремонт и экипировка составов предусмотрены на открытых путях, вагономоечная машина расположена так, что в процессе обмывки перекрываются выходная горловина парка приема и входная горловина экипировочного парка. Такое размещение машины несколько ухудшает санитарные условия в парке приема и осмотр ходовых частей вагонов.

Недостатками схемы являются: отсутствие крытых ремонтно-экипировочных устройств, вызывающее большие трудности в работе в зимних условиях; разбросанность бытовых помещений на территории станции; неудобство маневровых передвижений при постановке в поезда резервных вагонов с пересечением потока следования составов. Реконструкция такой станции затруднена вследствие плотной застройки района расположения станции жилыми и промышленными зданиями. На рис. 24.4 представлена схема крупной технической станции, объединенной для нескольких направлений, с перспективой обработки около 100 составов. Станция запроектирована по схеме с последовательным расположением моечного цеха, парка приема и ремонтно-экипировочного депо. Парк отправления и парк резервных вагонов размещены параллельно ремонтно-экипировочному депо. Для обеспечения поточности следования вагонов при полном развитии схемы намечается сооружение петли, соединяющей ремонтно-экипировочное депо и парки отправления и резерва. Технические станции такого типа с поточной схемой, мощным путевым развитием, оборудованные современной техникой, могут сооружаться как объединенные стан-

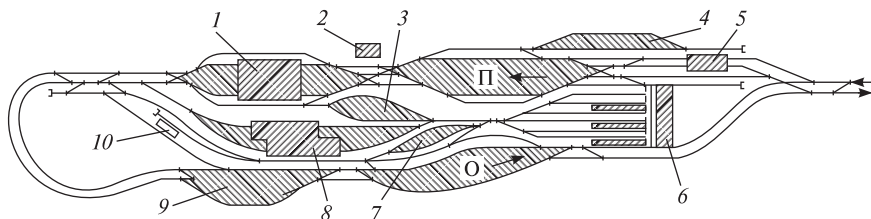


Рис. 24.4. Схема пассажирской технической станции, обслуживающей несколько направлений:

1 — ремонтно-экипировочное депо; 2 — дезкорпус; 3 — пути для «больных» вагонов; 4 — пути для дезинфекции вагонов; 5 — цех обмывки; 6 — база вагонов-ресторанов; 7 — угольный склад; 8 — локомотивное и вагонное депо; 9 — парк резервных вагонов; 10 — материальный склад

ции для обслуживания нескольких направлений крупного железнодорожного узла.

Однако такая схема требует серьезной корректировки. Ее недостатком является размещение цеха обмывки вагонов перед парком приема. В периоды сгущенного поступления составов их придется вначале принимать на пути приема, а затем возвращать на пути обмывки. Кроме того, удаленное размещение вагонмоечного цеха от РЭД не позволяет организовать смену белья в процессе обмывки состава. Существенными недостатками являются также отсутствие взаимозаменяемости путей приема и отправления составов и необходимость отцепки вагонов-ресторанов для подачи их под погрузку на отдельно расположенную базу.

В целом же для существующих ПТС характерны следующие недостатки: малые длины путей, нехватка оборудованных путей, расположение основных устройств без должного обоснования, что вызывает необходимость в большом объеме дополнительной маневровой работы по перестановке составов и групп вагонов. Так, в Московском узле из общего числа технических путей свыше 30 % имеют вместимость менее 14 вагонов и только 24 % путей могут вмещать от 20 до 24 вагонов. В летний период на промежуточные станции Московского узла выставляется около 8 % составов для отстоя. При этом занимают неспециализированные пути, нерационально используется пропускная способность головных участков, дополнительно расходуются энергетические и трудовые ресурсы. Работа по перестановке составов часто связана с потерями времени на простои в ожидании освобождения маршрута враждебными передвижениями, из-за недостатков в конструкции горловин.

В условиях роста объемов пассажирских перевозок для устранения отмеченных недостатков требуется строительство новых и развитие существующих ПТС.

24.3. Проектирование пассажирских технических станций

При проектировании пассажирских технических станций необходимо решить две основные задачи:

- выбрать месторасположение станции в узле по отношению к обслуживаемой пассажирской станции (или нескольким обслуживаемым станциям);

— обосновать схему взаимного расположения основных парков и устройств, а также разработать план станции, на основании которого подсчитываются потребные капитальные затраты (инвестиции) и эксплуатационные расходы.

Выбор схемы технической станции должен производиться в зависимости от местных топографических условий, с обязательным учетом перспективного роста пассажирских перевозок и внедрения новой техники. Реконструкция существующих станций должна обеспечивать максимальное использование имеющихся технических средств и путевого развития и создавать условия для поточной и быстрой обработки составов. На новых и реконструируемых технических станциях должны предусматриваться современные устройства и механизмы.

Многопарковые схемы технических станций целесообразны для пассажирских станций, где, помимо дальнего и местного движения, обращается значительное количество пригородных поездов, проходящих экипировку и ремонт, а также в случаях, когда на станции располагаются специальные группы путей для отстоя пассажирских составов. Для обеспечения максимальной поточности продвижения составов во время экипировки и ремонта расположение парка грубой очистки и моечной машины в многопарковых схемах должно быть последовательным. Многопарковые схемы с параллельным расположением основных устройств могут рекомендоваться только в случае крайней необходимости, при этом следует технико-экономическое обоснование такого решения.

На крупных технических станциях, обслуживающих наряду с дальним и пригородное электрифицированное движение, все устройства для обслуживания последних развиваются независимо от места их расположения, так как составы пригородных и дальних поездов обрабатываются отдельно.

Взаимное расположение пассажирской и технической станций должно обеспечивать: поточность выполнения операций по перестановке составов с одной станции на другую; исключение их задержек, вызываемых пересечением маршрутов или изменениями направления следования; минимальное время перестановки и пробеги составов при передачах с одной станции на другую; минимальные капитальные затраты и эксплуатационные расходы.

Для вновь сооружаемых пассажирских станций необходимо заранее, независимо от этапности развития, предусматривать место для размещения технической станции в непосредственной близости от пассажирской.

В крупных городах строительство новой или развитие существующей технической станции вблизи пассажирской часто неосуществимо в связи с застройкой прилегающих городских территорий. Вследствие этого технические станции приходится выносить на значительные расстояния от пассажирских, предусматривая вблизи перронных путей лишь небольшие парки для стоянки составов, ожидающих подачи на перронные пути.

В крупнейших железнодорожных узлах с большим числом подходов и несколькими пассажирскими станциями целесообразно сооружать одну или две объединенные технические станции, обслуживающие несколько направлений.

При наличии в узле диаметра, на котором намечается сооружение двух технических станций, их следует располагать на его концах, улучшая использование технических средств и обеспечивая сокращение непроизводительного пробега вагонов.

Проектирование пассажирских технических станций производится в соответствии с нормами и требованиями, установленными нормативными документами по проектированию станций и узлов.

В профиле пути стоянки пассажирских составов и отдельных пассажирских вагонов на технической станции должны располагаться на площадке или на уклонах не более 1,5 ‰. Пути в зданиях РЭД, локомотивного депо и других производственных зданиях проектируются только горизонтальными. Технические парки и вытяжные пути рекомендуется укладывать на прямой в плане, улучшая условия для маневровой работы, а также с возможностью дальнейшего развития станции. Перед воротами моторвагонных, вагонных и ремонтно-экипировочных депо проектируются прямые вставки длиной не менее 25 м. Расстояние между осями путей в парках, между путями и отдельными устройствами определяются габаритом приближения строений, специализацией путей и технологией работы.

Полезная длина путей в парках приема и отправления, а также основных вытяжных путей должна быть равна максимальной длине

пассажирских составов, обращающихся на прилегающих участках с добавлением длины локомотива. Длина путей в РЭД рассчитывается из условия постановки составов полной длины или половины состава (при небольшом числе составов в сутки). Пути стоянки резервных вагонов проектируют длиной на 10—12 вагонов.

Капитальные сооружения располагают от оси ближайшего пути на расстоянии 15—25 м, обеспечивая возможность в будущем укладки 2—3 путей.

При проектировании новых пассажирских и технических станций и реконструкции существующих станций выбор схемы их взаимного расположения определяют технико-экономическими расчетами с обязательной проверкой загрузки горловин. При тупиковых схемах пассажирских станций применяется левопутное движение на техническую станцию, уменьшающее число пересечений в горловинах.

Поскольку пассажирские станции располагают в черте города, территория для укладки дополнительных путей и сооружений, как правило, отсутствует. Тесная технологическая связь пассажирской и технической станций предполагает совместное согласованное переустройство всех входящих в них устройств.

Пассажирские технические станции (технические парки) проектируют в зависимости от объема и характера выполняемой работы с необходимым техническим оснащением, в соответствии с табл. 24.1. При этом, как правило, следует проектировать одну пассажирскую техническую станцию (технический парк), располагаемую, по возможности, вблизи пассажирской станции, обычно, за пределами жилой или предназначенной под жилую застройку зоны с учетом обеспечения транспортной связи с пассажирской станцией и основными автомагистралями.

Реконструируемые и вновь сооружаемые крупные пассажирские технические станции следует проектировать, при наличии достаточной по длине площадки, многопарковыми, по схеме с последовательным расположением ремонтно-экипировочного депо по отношению к приемному и отправочному паркам или по схеме с параллельным расположением приемного парка по отношению к ремонтно-экипировочному депо, если приемный и отправочный парки по местным условиям невозможно расположить рядом.

Таблица 24.1

Технические средства технической станции

Число формируемых поездов в сутки, n_{ϕ}	Общее число конечных (формируемых и оборачиваемых) поездов в сутки, $n_{\phi o}$	Технические средства
$n_{\phi} \geq 5$	$n_{\phi o} \geq 12$	РЭД, ВММ, ПОП, ОП, многопарковая схема
	$n_{\phi o} < 12$	РЭД, ВММ, ПОП, однопарковая схема
$n_{\phi} < 5$	$n_{\phi o} \geq 12$	ВММ, ПОП, ЭП, ОП, многопарковая схема
	$5 < n_{\phi o} < 12$	ВММ, ПОП, ЭП однопарковая схема
	$n_{\phi o} < 12$	ЭП, ПОП, однопарковая схема

Примечание. РЭД — ремонтно-экипировочное предприятие; ВММ — стационарная вагономоечная машина; ПОП — специализированные приемо-отправочные пути; ОП — отстойные пути; ЭП — экипировочные пути.

Выбор варианта сооружения объединенного приемо-отправочного парка (или отдельных приемного и отправочного парков) пассажирской технической станции следует осуществлять с учетом величины и конфигурации имеющейся станционной площадки и характера выполняемой работы, отдавая предпочтение объединенному приемо-отправочному парку при преимущественном числе оборачиваемых составов, а при преимущественном числе составов своего формирования — отдельным приемному и отправочному паркам.

В случае ограничений по длине станционной площадки может быть применена схема с расположением ремонтно-экипировочного депо параллельно приемному и отправочному паркам. В отдельных случаях можно применять и другие схемы пассажирских технических станций с учетом местных условий и использования имеющихся устройств, например, с последовательным расположением всех устройств при ограниченной ширине станционной площадки. При соответствующем технико-экономическом обосновании возможно проектирование ступенчато-смещенных корпусов ремонтно-экипировочного депо для обработки составов дифференцированной длины.

Взаимное размещение отдельных парков и устройств пассажирской технической станции и их мощность должны обеспечивать максимальную поточность обработки составов с минимумом возвратных перемещений, параллельность выполнения технологических операций, а также соответствовать рациональной технологии подготовки составов в рейс. На многопарковых пассажирских технических станциях, при обработке свыше 20 составов в сутки, пункт мойки составов следует располагать, как правило, после приемного парка.

Возможны несколько схем размещения технических станций (парков) по отношению к пассажирской станции: между главными путями; с выносом в сторону от главных путей с помощью путепроводной развязки; сбоку от главных путей со стороны прибытия или отправления поездов и параллельно перронному парку (см. рис. 24.5).

Размещение технических станций между главными путями (Рига, Киев, Калининград) требует наличия значительного резерва территории, достаточного для развития на перспективу (см. рис. 24.5, *а* и *б*).

Вынос станции с помощью путепроводных развязок (см. рис. 24.5, *в*), несмотря на большую пропускную способность и независимость развития станции, применяется редко (Челябинск). Такие решения характерны лишь для Московского железнодорожного узла, где имеется несколько станций, изолированных от организованного движения поездов. При размещении технической станции на значительном расстоянии от пассажирской станции путепроводная развязка полностью изолирует движение пассажирских поездов от маневровых перестановок составов.

Наиболее характерно (см. рис. 24.5, *г*) расположение технических станций сбоку от главных путей со стороны отправления поездов (Брянск, Воронеж) или (см. рис. 24.5, *д*) со стороны прибытия (Нижегород). В последнем случае значительно ухудшается безопасность движения. При сквозных схемах пассажирских станций технические парки располагаются последовательно перронным путям со стороны минимального прибытия конечных поездов, что позволяет пропускать поезда на техническую станцию без возвратных маневровых передвижений. При размещении станции сбоку от главных путей пропускная способность станции снижается на

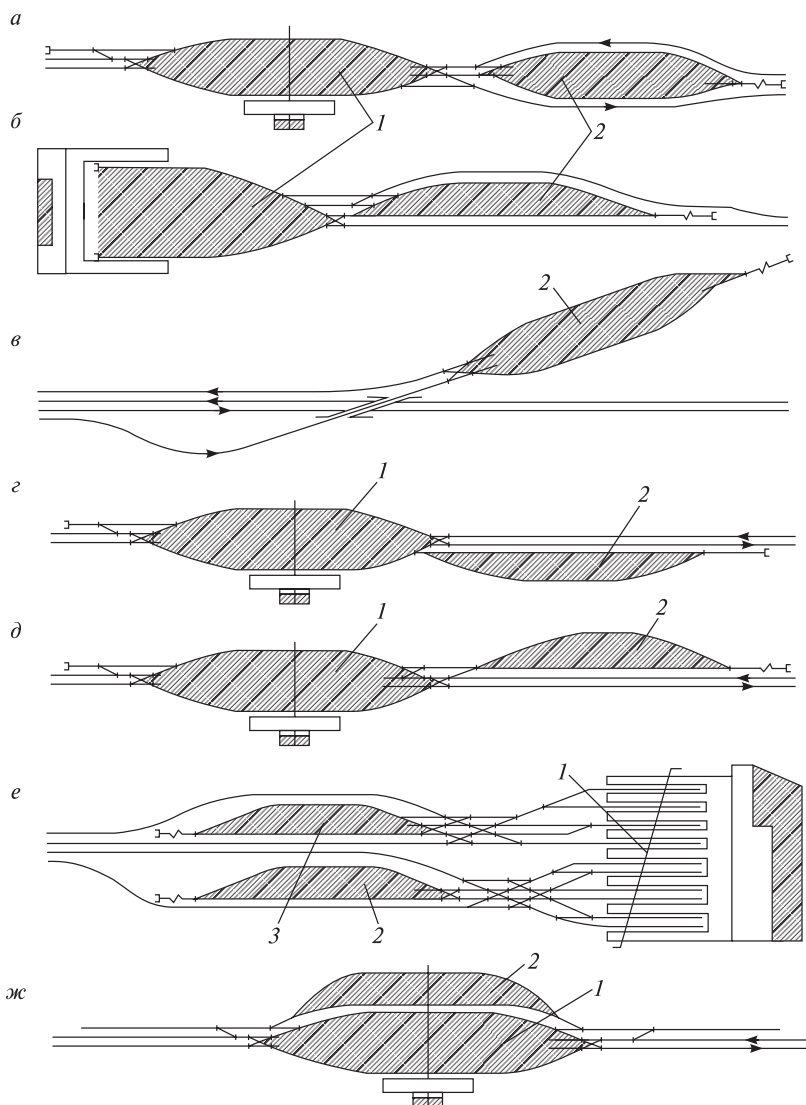


Рис. 24.5. Взаимное размещение пассажирской и пассажирской технической станции:

a, б — внутри главных путей; *в* — в стороне от главных путей; *г, д* — сбоку от главных путей; *е* — с отдельными парками для дальнего и пригородного движения; *ж* — параллельно перронному парку; 1 — пассажирская станция; 2 — техническая станция; 3 — парк стоянки для пригородных составов

12—21 % за счет враждебных пересечений и дополнительного времени занятия перронных путей составами, ожидающими подачи на экипировку. Постройка станции по такой схеме в крупных узлах нецелесообразна и допускается лишь при отсутствии площадок для ее размещения в другом месте (станция Санкт-Петербург-Главный).

Сложны в работе технические станции, расположенные параллельно перронным паркам (см. рис. 24.5, ж). Такие схемы сформировались из-за отсутствия перспективной планировки отдельных устройств и комплекса сооружений станций или в трудных местных условиях.

Помимо типовых случаев, имеются технические парки, расположенные в горловине перронного парка, между перронным и грузовым парком, вынесенные на другую станцию узла, расположенные с обеих сторон от главных путей.

24.4. Целесообразность выноса пассажирской технической станции за пределы пассажирской станции

При отсутствии достаточной территории для развития ПТС может возникнуть необходимость ее выноса на новую площадку, достаточную для размещения устройств по оптимальной схеме.

Эффективность выноса технической станции (при создании точной схемы) определяется следующим условием:

$$365 \sum 2L'_{пт} n_{тс} C_{скм}^{пс} + E_{н} \sum K_{нст} < 365 \left(\sum 2L''_{пт} n_{тс} C_{скп}^{пс} + \sum l_{ст} n_{пр} C_{скм}^{пс} + \sum n_{м} \Delta C_{м} \right) + T_{в} \sum 2L_{в} n_{в} C_{скм}^{пс} + T_{ох} \sum \eta_{ох} \beta_{ох} + E_{н} \sum K_{пер}, \quad (24.1)$$

где $L'_{пт}$ — расстояние между перронным парком и новой технической станцией, км; $n_{тс}$ — число составов, подаваемых на техническую пассажирскую станцию и убираемых с нее, в сутки; $C_{скм}^{пс}$ — норма расхода на единицу пробега состава поезда, руб./составо-км; $E_{н}$ — норма дисконта; $\sum K_{нст}$ — капитальные затраты на сооружение новой станции и подходов к ней, руб.; $L''_{пт}$ — расстояние от перронного парка до существующей технической станции, км; $\sum l_{ст} n_{пр}$ — ежесуточный перепробег составов внутри существующей технической станции из-за недостаточного путевого развития, составо-км; $l_{ст}$ — длина пробега одного состава, км; $n_{пр}$ — число составов, имеющих перепробег, сост./сут; $\sum n_{м} \Delta C_{м}$ — сумма дополнительных расходов, связанных с ручной мойкой составов, возникающей в связи с невозможностью на существующей технической станции пропустить все составы через вагономоечную машину, руб.; $n_{м}$ —

число обмываемых составов, сост./сут; ΔC_m — разница в стоимости обмывки одного состава между ручной и машинной мойками, руб.; $T_{\text{в}} \sum 2L_{\text{в}} n_{\text{в}} C_{\text{СКМ}}^{\text{пс}}$ — сумма дополнительных расходов, связанных с выставкой составов на другие станции в связи с отсутствием путей на технической станции, руб.; $T_{\text{в}}$ — число дней в году, когда происходит выставка составов (после праздничных дней, в периоды спада движения и т.п.); $L_{\text{в}}$ — расстояние от технической станции до станции выставки, км; $n_{\text{в}}$ — число выставляемых составов; $T_{\text{ох}} \sum \varphi_{\text{ох}} Z_{\text{ох}}$ — сумма дополнительных расходов, связанных с охраной выставленных на линию составов, руб.; $T_{\text{ох}}$ — число месяцев в году, в течение которых составы отстаиваются на линейных станциях участков; $\varphi_{\text{ох}}$ — дополнительный штат работников, занятых на охране составов, по сравнению с размещением их на путях отстоя технической станции, чел. в месяц; $Z_{\text{ох}}$ — заработная плата одного охранника, руб./мес.; $\sum K_{\text{пер}}$ — капитальные затраты на переустройство или реконструкцию существующей станции на прежнем месте, руб.

Контрольные вопросы

1. Для чего предназначены пассажирские технические станции?
2. Сколько составов обрабатывают в сутки на крупных и средних ПТС?
3. Перечислите устройства, имеющиеся на пассажирских технических станциях.
4. Какие операции выполняют в парке приема ПТС?
5. Какие операции с составами выполняют в РЭД?
6. Какая из схем многопарковых станций является наиболее предпочтительной и почему?
7. Назовите последовательность операций, выполняемых на ПТС с составами своего формирования.
8. Назовите варианты размещения ПТС по отношению к пассажирской станции.
9. Как определяется эффективность выноса ПТС на новую площадку за пределами пассажирской станции?

Глава 25. ПУТЕВОЕ РАЗВИТИЕ И ПРОПУСКНАЯ СПОСОБНОСТЬ ПАССАЖИРСКИХ И ПАССАЖИРСКИХ ТЕХНИЧЕСКИХ СТАНЦИЙ

25.1. Определение числа путей на пассажирских станциях

Основными исходными материалами при определении числа путей на пассажирских станциях являются график движения поездов и технологический процесс работы станции, а для новых и реконструируемых пассажирских станций — намечаемые размеры движения на перспективу.

Число путей зависит от продолжительности стоянки поездов на данной станции, графика движения поездов, интервала прибытия поездов на станцию, взаимного расположения путей и платформ, времени занятия поездом отдельных элементов станции и времени приготовления маршрутов следования поездов.

Число перронных путей на пассажирских станциях сквозного типа определяется по формуле:

$$m_{\text{п}} = \frac{T_{\text{зан}} (1 + g_{\text{от}})(1 + P_3)}{I_{\text{пр}}} + m_{\text{д}}, \quad (25.1)$$

где $T_{\text{зан}}$ — время занятия пути пассажирским поездом, ч; $g_{\text{от}}$ — коэффициент, учитывающий отказы технических средств, 0,01—0,02; P_3 — вероятность задержки поезда на приемо-отправочных путях в связи с занятостью горловин, для двухпутных линий составляет 0,08—0,14, для однопутных — 0,04—0,08; $m_{\text{д}}$ — число дополнительных путей; $I_{\text{пр}}$ — расчетный интервал прибытия поездов, ч.

Расчетное время занятия пути пассажирским поездом определяется как

$$T = \frac{\sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^k \overline{t_{ji} n_{ji}}}{\sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^k \overline{n_{ji}}}, \quad (25.2)$$

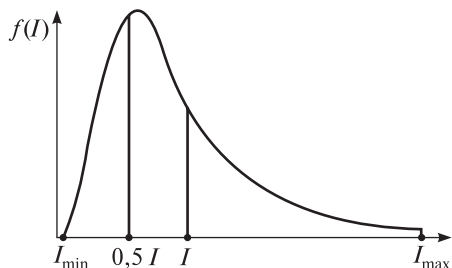


Рис. 25.1. Распределение интервалов движения между пассажирскими поездами на железнодорожных линиях

где t_{ji} — время занятия пути поездом j -й категории, прибывающим с i -го подхода; n_{ji} — среднесуточные размеры движения поездов j -й категории на i -м подходе в месяц максимальных перевозок.

Расчетный интервал прибытия пассажирских поездов зависит от неравномерности прокладки поездов на графике, числа примыкающих к станции подходов, их технического оснащения и других факторов.

Интервалы между пассажирскими поездами на железнодорожных линиях описываются распределением Пирсона (см. рис. 25.1). При рассматриваемом законе распределения случайных величин расчетный интервал движения пассажирских поездов на i -м подходе с достаточной для практических целей точностью может быть записан в виде:

$$I_i = (0,5 \bar{I}_i + I_{\min i}) / 2, \quad (25.3)$$

где $\bar{I}_i$ — средний интервал движения пассажирских поездов на i -м подходе:

$$\bar{I}_i = \frac{\left(1440 - \sum t_{\min} \right) P}{\sum_{j=1}^n n_{ji}^p}, \quad (25.4)$$

где $\sum t_{\min}$ — суммарные затраты времени на текущее содержание устройств железнодорожной линии; P — вероятность безотказной работы технических устройств линии. Для средних условий $P = 0,90-0,95$; n_{ji}^p — расчетные размеры движения поездов j -й категории на i -м подходе.

Суммарные размеры движения поездов на i -м подходе

$$\sum_{j=1}^n n_{ji}^p = \sum_{j=1}^n n_{ji} + \bar{t}_\beta \sigma_{nii}, \quad (25.5)$$

где $\bar{t}_\beta$ — параметр, принимаемый равным 1,65—1,75; σ_{nii} — среднее квадратическое отклонение прогнозируемых размеров движения на i -м подходе в i -м году:

$$\sigma_{nti} = \frac{\beta_t \sum_{j=1}^n \bar{n}_{ji}}{3}, \quad (25.6)$$

где β_t — относительная ошибка прогноза в t -м году. Для прогнозов на 5, 10, 15 и 20 лет с использованием моделей оптимальной сложности относительная ошибка прогноза размеров движения соответственно составляет 0,03—0,10; 0,08—0,16; 0,15—0,30 и 0,23—0,40.

Если к пассажирской станции примыкает k подходов, то расчетный интервал прибытия поездов определяется:

$$I = \frac{1}{k \frac{\sum_{i=1}^k 1/I_i + 2 \sum_{i=1}^k r_{i,i+1}/(I_i I_{i+1})}{k}}, \quad (25.7)$$

где $r_{i,i+1}$ — коэффициент взаимной корреляции потоков поездов с i -й и $(i+1)$ -й линий.

Для магистральных подходов $r = 0,4—0,7$; для подхода и потока поездов с технической станции $r = 0,2—0,4$.

Помимо расчетного числа путей, для пассажирских станций предусматривается ходовой путь для обеспечения маневровых передвижений поездных и маневровых локомотивов и составов.

Особо рассчитывается число перронных путей для моторвагонных поездов на тупиковых станциях с большими размерами движения. Если интервал прибытия поездов $I_{\text{пр}}$ больше суммарного времени занятия горловины при приеме и отправлении поездов ($t_{\text{пр}} + t_{\text{от}}$), а конструкция горловины обеспечивает возможность одновременного приема и отправления поездов с любой пары смежных путей, то число перронных путей будет равно (с округлением в большую сторону):

$$m = \frac{t_{\text{ст}}}{I_{\text{пр}}}, \quad (25.8)$$

где $t_{\text{ст}}$ — заданная продолжительность стоянки поездов на головной станции для высадки и посадки пассажиров.

Если же в часы интенсивного прибытия поездов $I_{\text{пр}} < (t_{\text{пр}} + t_{\text{от}})$, то между пачками из нескольких поездов необходимо предусматривать увеличенный интервал прибытия:

$$I_{\text{пр}}^{\text{уб}} \geq (t_{\text{пр}} + t_{\text{от}}). \quad (25.9)$$

На стадии технико-экономического обоснования потребное число приемо-отправочных путей на пассажирской станции может быть принято в соответствии с рекомендациями Правил и технических норм проектирования станций и узлов для дальних поездов по табл. 25.1, а для пригородных поездов — по табл. 25.2. Окончательно число приемо-отправочных путей устанавливается графическим методом или моделированием с учетом неравномерности поступления поездов различных категорий и длительности периодов сгущенного поступления.

Таблица 25.1

**Потребное число приемо-отправочных путей на пассажирской станции
для дальних поездов**

Расчетное число пассажирских поездов дальнего следования в сутки	Тип схемы пассажирской станции или ее отдельного парка)		
	тупиковый	сквозной	
	Категория поездов		
	конечные	транзитные	конечные
	Число приемо-отправочных путей		
До 10	2	1—2	1—2
11—20	2—3	2—3	2—3
21—30	4—5	3	3—4
31—40	6—7	3—4	4—5
41—50	8—9	4	6—7
51—60	9—10	4—5	8

Таблица 25.2

**Потребное число приемо-отправочных путей на пассажирской станции
для пригородных поездов**

Расчетное число пригородных (моторва- гонных) поездов в сутки	Тип схемы пассажирской станции (или ее отдельного парка)		
	тупиковый	сквозной	
	Категория поездов		
	конечные	транзитные	конечные
	Число приемо-отправочных путей		
До 20	2	1—2	1—2
21—40	2	1—2	1—2
41—60	2—3	2	2
61—80	3	2	2—3
81—100	3—4	2—3	2—3
101—120	4—5	3	3—4

25.2. Расчет числа путей на пассажирских технических станциях

Число путей в парках технической станции в интенсивный период зависит от интервала между прибывающими поездами и времени занятия пути одним поездом.

Подготовка составов к рейсу производится на неспециализированных и специализированных путях. *Общее число неспециализированных путей* для обработки и стоянки составов на однопарковых станциях и в технических парках определяется по формуле:

$$m = \frac{\sum n t_{\text{зан}}^{\text{тех}}}{1440 - t_{\text{пост}}^{\text{тех}}} k_{\text{нер}}^{\text{об}} + 1, \quad (25.10)$$

где n — число составов всех категорий поездов, прибывающих на пути технического парка; $t_{\text{зан}}^{\text{тех}}$ — время нахождения составов на путях технической станции (парка) по обороту, считая от момента приема поезда с пассажирской станции до момента подачи этого состава под посадку после обработки его на путях технического парка (с учетом времени на приготовление маршрутов подачи и уборки), мин; $t_{\text{пост}}^{\text{тех}}$ — продолжительность занятия каждого пути операциями, не связанными с приемом пассажирских составов (очистка междупутей от мусора, подвоз запчастей и т.д.), мин; $k_{\text{нер}}^{\text{об}}$ — коэффициент неравномерности прибытия поездов в период, начинающийся с момента прибытия утренних поездов и равный среднему времени оборота состава на данной станции, 1,5—1,9.

Если на однопарковой технической станции имеется ремонтно-экипировочное депо, то число путей в нем определяется отдельно в зависимости от количества обрабатываемых в сутки составов $n_{\text{ЭК}}$, продолжительности операций с одним составом и времени работы депо в течение суток:

$$m_{\text{ЭК}} = \frac{n_{\text{ЭК}} (t_{\text{ВВ}} + t_{\text{ЭК}} + t_{\text{ВЫВ}})}{T_{\text{см}} a}, \quad (25.11)$$

где $t_{\text{ВВ}}$, $t_{\text{ВЫВ}}$ — время занятия путей депо соответственно при вводе и выводе составов; $t_{\text{ЭК}}$ — время операций в РЭД; $T_{\text{см}}$ — продолжительность одной смены работы депо в сутки; a — число смен, зависящее от количества поступающих составов и неравномерности их поступления (две или три смены).

Число путей в основном парке приема-отправления при этом будет равно:

$$m_{\text{по}} = m - m_{\text{эк}}. \quad (25.12)$$

При наличии вагономоечного цеха число обмывочных путей и вагономоечных машин определяется по аналогии с числом путей в РЭД:

$$m_{\text{обм}} = \frac{n_{\text{обм}}(t_{\text{вв}} + t_{\text{обм}} + t_{\text{выв}})}{T_{\text{см}} a}, \quad (25.13)$$

где $t_{\text{обм}}$ — время обмывки одного состава, (0,5—1,04 ч, в зависимости от типа вагономоечной машины и температуры наружного воздуха).

Для многопарковых технических станций со специализированными парками для обработки пассажирских составов расчет путей ведется отдельно для каждого из парков с учетом того, что в одни часы суток будут скапливаться составы и потребуется увеличенное число путей в парке приема, а в другие часы — в парке отправления.

Число путей *в парке приема* может быть рассчитано по интервалу поступления составов:

$$m_{\text{п}} = \frac{t_{\text{зан}}^{\text{п}}}{I_{\text{пр}}} + 1, \quad (25.14)$$

где $t_{\text{зан}}^{\text{п}}$ — время занятия пути поездом соответствующей категории, которое определяется как сумма времени на прием состава в парк, выполнение технических операций на путях грубой очистки и времени на переформирование и уборку состава из этого парка (70—90 мин); $I_{\text{пр}}$ — интервал между составами, прибывающими в парк в интенсивный период (определяется по графику), мин; 1 — ходовой путь для локомотива.

Число путей в ремонтно-экипировочном депо определяется так же, как и на однопарковых станциях по формуле (25.11).

Число путей *в парке отправления* (отстоя) определяется по интервалу вывода составов из РЭД, равному расчетному интервалу поступления их в РЭД:

$$m_{\text{о}} = \frac{t_{\text{зан}}^{\text{тех}} - (t_{\text{зан}}^{\text{п}} + t_{\text{обм}} + t_{\text{зан}}^{\text{эк}})}{I_{\text{выв}}} + 1, \quad (25.15)$$

где $I_{\text{выв}}$ — интервал вывода составов из РЭД

$$I_{\text{выв}} = t_{\text{ЭК}} + \frac{t_{\text{ЭК}}}{m_{\text{ЭК}}} + t_{\text{выв}}.$$

Число путей и технических средств в основных парках пассажирских технических станций для обработки формируемых и обрабатываемых пассажирских составов дальнего следования может быть принято (на стадии технико-экономического обоснования) в соответствии с табл. 25.3 и 25.4.

Таблица 25.3

Число путей в основных парках пассажирских технических станций для обработки формируемых пассажирских составов дальнего следования

Расчетное число конечных формируемых пассажирских поездов в сутки	Технические средства, устройства					
	ПП	ПО	ПОП	РЭД	ЭП	ВММ
	Число путей					
До 5	—	—	1—2	—	1—2	1
6—10	—	—	2—3	1—2	—	1
11—15	2—3	4—5	4—5	2—3	—	1
16—20	3—4	5—6	5—6	3	—	1—2
21—25	4—5	6—7	7—8	3—4	—	2
26—30	5—6	8—9	9—10	4	—	2
31—35	6—7	10—11	11—12	4—5	—	2
36—40	7—8	11—12	13—14	6	—	2
41—45	8—9	13—14	15—16	6—7	—	2
46—50	9—10	14—15	17—18	8	—	2

В табл. 25.3 и 25.4 даны следующие обозначения: ПП — парк приема; ПО — парк отправления; ПОП — объединенный приемо-отправочный парк; РЭД — ремонтно-экипировочное предприятие; ЭП — экипировочные пути; ВММ — вагономоечная машина.

Таблица 25.4

Число путей в основных парках пассажирских технических станций для обработки оборачиваемых пассажирских составов дальнего следования

Расчетное число конечных оборачиваемых пассажирских поездов в сутки	Технические средства, устройства					
	ПП	ПО	ПОП	РЭД	ЭП	ВММ
	Число путей					
До 5	—	—	1—2	—	1—2	—
6—10	—	—	2	—	2	—
11—15	—	—	3—4	—	2—3	—
16—20	2—3	4—5	4—5	2	—	1
21—25	3	5—6	5—6	2—3	—	1—2
26—30	3—4	6—7	6—7	3	—	2
31—35	4	7—8	7—8	3—4	—	2
36—40	4—5	8—10	9—10	4	—	2
41—45	5	10—11	11—12	4—5	—	2
46—50	5—6	11—12	13—14	5	—	2

Примечание. Принятые сокращения — см. табл. 25.3.

Число путей для стоянки резервных вагонов можно принимать исходя из обеспечения стоянки на этих путях около 10% приписного парка пассажирских вагонов.

Потребное число путей для стоянки составов в периоды спада размеров движения (зимой) определяется по формуле:

$$m_o = \sum n_c n, \quad (25.16)$$

где n_c — число пар пассажирских поездов, снимаемых по отдельным направлениям по зимнему графику; n — среднее число пассажирских составов, необходимых для обслуживания одной пары поездов, определяемое по времени оборота составов. При проектировании новых технических станций число таких путей принимается на основании задания.

Учитывая большую неравномерность в движении пассажирских поездов в течение суток, производится проверка аналитического расчета потребного путевого развития (графическая или на имитационной модели).

25.3. Пропускная способность пассажирских и пассажирских технических станций

Пропускной способностью пассажирских станций называется наибольшее число пассажирских поездов, пропускаемое через станцию за расчетный период. Пропускная способность определяется для отдельных элементов станции: перронных путей, платформ, горловин, технических парков и т.д. Результативная пропускная способность устанавливается по элементу, имеющему наименьшее значение.

При определении пропускной способности устанавливают факторы, ограничивающие пропускную способность отдельных элементов станции, и разрабатывают организационно-технические мероприятия, направленные на ее повышение. При необходимости перераспределяют загрузку отдельных элементов для повышения пропускной способности станции.

Расчеты пропускной способности станции и ее элементов выполняют по установленным техническим нормам, исходя из исправного технического состояния устройств. При расчете учитывают неравномерность прибытия и отправления поездов в течение суток, ширину платформ, способы развязки пассажиропотоков, технологию обработки поездов на станции и т.д.

Пропускная способность станции и отдельных ее элементов рассчитывается аналитическим и графическим методами.

Аналитически пропускная способность пассажирской платформы и расположенных у нее перронных путей определяется по формуле:

$$n_{\text{пл}} = \frac{T_{\text{р}} n_{\text{п}} - t_{\text{пост}}}{t_{\text{зан}}^{\text{пл}}}, \quad (25.17)$$

где $T_{\text{р}}$ — расчетный период, за который определяется пропускная способность, ч; $n_{\text{п}}$ — число поездов, обслуживаемых пассажирской платформой одновременно (один или два); $t_{\text{пост}}$ — суммарное время занятия перронных путей в течение расчетного периода операциями, связанными с пропуском локомотивов и поездов других категорий (например, пригородных — при расчетах для дальнего движения и дальних, если рассчитывается пропускная способность платформ для пригородных поездов), ч; $t_{\text{зан}}^{\text{пл}}$ — время занятия перронного пути пассажирским поездом, ч.

При наличии на станции нескольких пассажирских платформ общая пропускная способность определяется суммированием по всем платформам значений $n_{пл}$, полученных по формуле (25.17).

Пропускная способность пассажирских платформ и перронных путей рассчитывается на час максимального движения — исходя из условий сгущенного прибытия или отправления пассажирских поездов в отдельные периоды суток. В этом случае входящая в формулу (25.17) величина $T_p = 60$ мин.

Суммарное время занятия перронных путей постоянными операциями $t_{пост}$ должно устанавливаться в соответствии с технологическим процессом работы станции. Продолжительность занятия перронного пути поездом $t_{зан}^{пл}$ зависит от особенностей устройства пассажирских путей и платформ и условий их работы. Время занятия платформы и перронного пути устанавливается как сумма времени на прием, отправление поезда, на вход и выход пассажиров из вагонов и на проход пассажиров по платформе с учетом прекращения посадки за 1—2 мин до отправления поезда.

Так, при одном перронном пути у платформы возможны следующие случаи.

А. Общее время занятия пути приемом (подачей) пассажирского поезда к перрону $t_{пр}$ и отпращиванием (уборкой) поезда $t_{от}$ больше или равно продолжительности занятия платформы проходом пассажиров к поезду $t_x^п - (t_{пр} + t_{от}) \geq t_x^п$.

Тогда имеем:

$$t_{зан}^п = t_{пр} + t_{вх}^п + t_{от}, \quad (25.18)$$

где $t_{вх}^п$ — затраты времени на вход и выход пассажиров из вагона с максимальной вместимостью.

Б. Если $(t_{пр} + t_{от}) < t_x^п$, то продолжительность использования перронного пути, приходящаяся на один поезд, равна сумме затрат времени на вход и выход пассажиров $t_{вх}^п$ и времени занятия платформы проходом пассажиров, т.е.

$$t_{зан}^п = t_{вх}^п + t_x^п. \quad (25.19)$$

При обслуживании транзитных поездов величины $t_{вх}^п$ и $t_x^п$ должны включать также затраты времени на высадку пассажиров и продолжительность занятия платформы прибывшими пассажирами.

ми. Кроме того, принимается, что посадка пассажиров в очередной поезд может быть начата только после освобождения платформы пассажирами предыдущего поезда.

Однако в случаях, когда число платформ недостаточно, допускается одновременное нахождение у двусторонней платформы двух поездов под посадкой (высадкой) пассажиров.

При этом величина $t_{\text{зан}}^{\Pi}$ для двух поездов может быть рассчитана по формулам:

$$t_{\text{зан}}^{\Pi} = t_{\text{пр}} + t_{\text{вх}}^{\Pi} + t_{\text{от}} + I_{\text{min}}; \quad (25.20)$$

$$t_{\text{зан}}^{\Pi} = t_{\text{вх}}^{\Pi} + t_{\text{х}}^{\Pi} + I_{\text{min}}, \quad (25.21)$$

где I_{min} — минимально возможный интервал приема, отправления или приема-отправления двух поездов к одной платформе, устанавливаемый в соответствии с технологией работы станции.

Если во время стоянки пассажирских поездов у платформ производятся смена локомотивов, снабжение вагонов водой и топливом, технический осмотр и ремонт вагонов, перецепка вагонов в связи с переменной направления движения, погрузка и выгрузка багажа и почты, то при определении времени занятия платформ в формулы (25.18—25.21) вместо $t_{\text{вх}}^{\Pi}$ должно подставляться значение затрат времени на наиболее продолжительную операцию, определяющую общее время простоя поезда на станции. Продолжительность этой операции устанавливается в соответствии с технологией работы станции.

Во всех случаях пропускная способность платформ, обслуживающих дальнее и пригородное движение, должна рассчитываться в поездах с максимально допустимым по длине платформ количеством вагонов. При определении пропускной способности платформ и перронных путей, обслуживающих как дальнее, так и пригородное движение, расчет должен производиться для поездов преобладающей категории. Время занятия перронных путей поездами другой категории в течение расчетного периода учитывается в $t_{\text{пост}}$.

На конечных станциях время занятия платформ определяется продолжительностью входа и выхода пассажиров из вагонов и прохода по платформе. Оно зависит от количества дверей, вместимости вагонов, времени на вход-выход одного пассажира, ширины платформы. Расчет ведется из условия освобождения платформы пассажирами, прибывающими в общих плацкартных вагонах.

Время занятия платформ и перронных путей постоянными операциями устанавливается технологическим процессом и должно быть минимальным в период максимального прибытия или отправления поездов. Подсчет времени занятия платформ и перронных путей, на которые принимаются дальние и пригородные поезда, ведется по максимальному времени, требующемуся на освобождение платформы.

Пропускная способность парка приемо-отправочных путей определяется пропускной способностью отдельных путей и платформ.

Пропускная способность горловин зависит от конструктивных особенностей, способа обслуживания стрелок, принятой технологии работы, характеризующей число одновременно совершаемых параллельных маршрутов, степени враждебности различных передвижений. Учитывается продолжительность передвижений поездов различных категорий, локомотивов, характер и время занятия горловины постоянными операциями, не зависящими от общих размеров движения.

Пропускная способность горловины рассчитывается по формуле:

$$n_{\Gamma} = \frac{1440 - \sum t_{\text{пост}}^{\Gamma}}{\sum t_{\text{зан}}^{\Gamma} + \varphi t_{\text{вр}}^{\Gamma}}, \text{ сост/сут}, \quad (25.22)$$

где $\sum t_{\text{пост}}^{\Gamma}$ — время занятия расчетного элемента в течение суток выполнением постоянных операций (подача вагонов к почтово-багажным помещениям и др.), мин; $\sum t_{\text{зан}}^{\Gamma}$ — время занятия расчетного элемента выполнением комплекса поездных и маневровых передвижений, связанных с пропуском поездов, приходящееся на один прибывающий (или отправляемый) поезд или пару поездов, мин; $t_{\text{вр}}^{\Gamma}$ — время возможных перерывов в использовании расчетного элемента из-за наличия враждебных передвижений по другим элементам, приходящееся на один поезд, мин; φ — поправочный коэффициент, учитывающий возможность совмещения враждебных передвижений по горловинам с тремя и более элементами.

К постоянным операциям относятся маневровые передвижения, связанные с подачей багажных и почтовых вагонов к соответствующим помещениям, постановкой пассажирских вагонов беспересадочного сообщения на пути отстоя, расположенные вблизи перронных путей и т.д.

При расчете $\sum t_{\text{пост}}^{\Gamma}$ учитывают время на те операции, которые выполняются с занятием стрелок расчетного элемента.

Если горловина наряду с пассажирскими поездами занята передвижением грузовых поездов, то при расчете пропускной способности учитывается время перерывов в использовании наиболее загруженного элемента из-за наличия враждебных маршрутов. Величина $\sum t_{\text{пост}}^{\Gamma}$ устанавливается на один прибывающий или отправляющийся поезд (одну пару поездов) как сумма продолжительности занятия расчетного элемента горловины поездными и маневровыми передвижениями, связанными с пропуском грузовых и пассажирских поездов.

Пропускная способность путей технической станции определяется числом путей, технологией обработки составов на этих путях, временем оборота составов. При этом учитываются потери в использовании путей из-за неравномерности движения, устанавливаемые технологическим процессом работы станции и графиком движения поездов.

Пропускная способность неспециализированных путей технической станции находится по формуле:

$$n_{\text{тех}} = \frac{1440 m_{\text{тех}} - T_{\text{пост}}^{\text{тех}}}{t_{\text{зан}}^{\text{тех}} (1 + \rho)}, \text{ сост/сут}, \quad (25.23)$$

где $m_{\text{тех}}$ — наличное число путей; $T_{\text{пост}}^{\text{тех}}$ — суммарная продолжительность занятия путей операциями с грузовыми поездами, по очистке междупутей и т.д., мин; $t_{\text{зан}}^{\text{тех}}$ — время занятия пути составом от поступления с перронных путей до подачи на перронные пути, определяемое с учетом возможной скользящей специализации составов пассажирских поездов, мин; ρ — коэффициент, учитывающий внутрисуточную неравномерность движения, влияние смежных устройств и т.д., 0,20—0,30.

Пропускная способность специализированных путей (экипировочных и ремонтных, вагономоечных установок, путей для дезинфекции вагонов и т.д.) определяется по формуле:

$$n_{\text{э}} = \frac{1440 n_{\text{с}} - T_{\text{пост}}^{\text{э}}}{t_{\text{зан}}^{\text{э}} (1 + \rho_{\text{э}})}, \quad (25.24)$$

где $n_{\text{с}}$ — количество одновременно обрабатываемых составов; $T_{\text{пост}}^{\text{э}}$ — продолжительность занятия специализированных путей операциями по их текущему содержанию и ремонту; $\rho_{\text{э}}$ — коэффициент, учитывающий отказы технических средств, 0,01—0,02; $t_{\text{зан}}^{\text{э}}$ — продолжительность обработки одного состава с учетом времени на подачу и уборку, мин.

Для станций со значительным объемом работы при сложной конструкции горловин, большой неравномерности движения и фактическом использовании пропускной способности парков и горловин свыше 75 % производится графическая проверка пропускной способности устройств.

Графическая проверка дает возможность разработать мероприятия для увеличения пропускной способности отдельных элементов станции, установить их резервы и определить узкие места станции.

Для производства графического расчета необходимо изучить схему путевого развития станции и работу, выполняемую станцией и ее отдельными элементами, установить маршруты передвижения по ней, а также продолжительность занятия элементов. Недостатком графического метода является возможность проверки только для принятого графика поступления и отправления составов, поэтому в настоящее время рекомендуется проверять пропускную способность на имитационной модели с учетом колебаний продолжительности технологических операций с составами.

Контрольные вопросы

1. Какие методы используют для определения числа путей и пропускной способности пассажирских и пассажирских технических станций?
2. Приведите формулу для расчета числа перронных путей на пассажирских станциях сквозного типа.
3. Как подсчитать число перронных путей для пригородных моторвагонных поездов на станциях тупикового типа?
4. Приведите формулу для расчета числа путей на однопарковых технических станциях (в технических парках).
5. Как определяется число путей в ремонтно-экипировочном депо?
6. Как подсчитать потребное число путей в цехе обмывки составов?
7. Приведите формулу для определения числа путей в парке отправления ПТС.
8. Сколько путей необходимо иметь для отстоя составов в периоды спада размеров движения (зимой)?
9. Как определяется пропускная способность пассажирской платформы и расположенных у нее перронных путей?
10. Приведите формулу для расчета пропускной способности горловины пассажирской станции.

Глава 26. ВОКЗАЛЬНЫЕ КОМПЛЕКСЫ

26.1. Основные элементы вокзального комплекса и классификация вокзалов

Железнодорожные вокзалы вместе с привокзальной площадью, пассажирскими платформами и переходами, устройствами для обработки багажа и почты, а на ряде станций и для обслуживания туристических поездов составляют вокзальный комплекс, являющийся основой пассажирского комплекса города, внутренним городским транспортным узлом, в котором зарождаются, концентрируются и погашаются большие потоки пассажиров. Составляющие этот комплекс устройства могут находиться в ведении разных организационных структур ОАО «РЖД» и других юридических лиц. От рационального размещения, планировки, технического оснащения, четкого взаимодействия в организации работы вокзального комплекса зависит обеспечение быстрого и качественного обслуживания пассажиров, сокращение времени нахождения их в пределах пассажирского комплекса.

Железнодорожные вокзалы являются главным элементом вокзального комплекса и в зависимости от расположения пассажирского здания и перронных путей разделяются:

- на вокзалы, с расположением пассажирского здания сбоку от сквозных перронных путей;
- островные, с расположением здания между перронными путями и параллельно им;
- тупиковые, с расположением здания перпендикулярно к тупиковым перронным путям, сбоку путей, П или Г-образно;
- комбинированные, сочетающие в себе черты двух или трех указанных выше типов.

Наибольшее распространение на пассажирских станциях сквозного типа и некоторых станциях тупикового типа получили вокзалы с расположением пассажирского здания сбоку от путей. Пассажирские вокзалы с боковым расположением здания размещают в одном

уровне с путями и привокзальной площадью и в разных уровнях. На неспециализированных станциях пути и пассажирские здания обычно располагают в одном уровне.

На крупных пассажирских станциях в зависимости от топографических условий пассажирские здания размещают: в одном уровне с путями и площадью; в одном уровне с путями и в разных уровнях с площадью; в одном уровне с площадью и в разных уровнях с путями. При расположении путей, здания и площади в одном уровне сооружаются пешеходные тоннели или мосты, соединяющие здания вокзала с платформами.

При расположении привокзальной площади выше перронных путей сооружаются пешеходные мосты с лестницами. Уровень пола основных помещений вокзала располагается на уровне пешеходных мостов. На нижних этажах размещаются вспомогательные и служебные помещения.

Наиболее удобно расположение вокзала при перронных путях, лежащих выше уровня привокзальной площади (Калининград, Санкт-Петербург-Витебский), когда создаются хорошие условия для развязки потоков пассажиров и транспортировки багажа (см. рис. 26.1, б). Для сообщения с платформами сооружают тоннели, в которых располагают некоторые помещения вокзала.

На крупных пассажирских станциях, когда привокзальная площадь располагается выше уровня перронных путей, проектируются вокзалы с конкорсами, расположенными над перронными путями (см. рис. 26.1, а). При таком решении создаются хорошие условия для пассажиров и легкая ориентация в здании. В некоторых вокзалах помещение конкорса уширяется для размещения в нем распределительного зала, обеспечивающего удобства для пассажиров (Челябинск).

На некоторых железнодорожных станциях встречаются островные вокзалы, расположенные внутри перронных путей (Смоленск, Орел, Бологое). Такие вокзалы удобны только для транзитных пассажиров; они имеют плохую связь с городом, и расширение привокзальной площади невозможно, так как она оказывается зажатой между путями. В отдельных случаях при реконструкции островных вокзалов сооружаются дополнительные боковые здания, связанные с островными зданиями тоннельными или мостовыми переходами. В этом случае привокзальная площадь часто полностью переносится

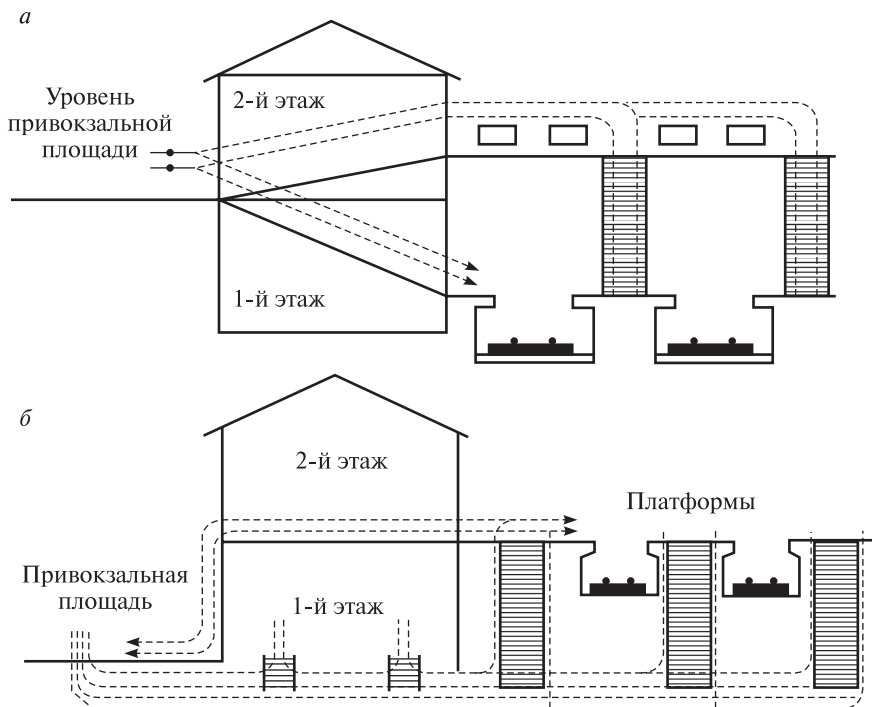


Рис. 26.1. Размещение привокзальных площадей:
а — выше уровня перронных путей; *б* — ниже уровня перронных путей

к боковому зданию вокзала или создаются две привокзальные площади: внешняя — со стороны города и внутренняя — у островного здания. Новые островные вокзалы не сооружаются.

На пассажирских станциях тупикового типа в большинстве случаев вокзалы располагаются в одном уровне с платформами и привокзальной площадью. Новые тупиковые вокзалы проектируют, когда сквозная схема станции встречает затруднения из-за местных условий. Комбинированные вокзалы допускается проектировать в отдельных обоснованных случаях. Вокзалы тупиковых пассажирских станций располагают вблизи центральной части города, обеспечивают хорошую связь пассажиров с центром города и удобства для населения (расстояние между вокзалом и центром города не превышает 1–2 км).

В городах, вытянутых в длину и занимающих сравнительно небольшую по ширине территорию, применяется прямоугольная планировка уличной сети и городского транспорта, при которой основные улицы идут по всей длине города. В таких городах вокзал размещают вблизи центральной части города, обеспечивая равномерную загрузку транспорта и удобства для пассажиров. Расположение вокзала в одном из окраинных районов неудобно, так как пассажирам противоположного района придется затрачивать на поездки много времени.

На большинстве существующих станций сквозного типа, расположенных в больших городах, вокзалы находятся в районе между центральной и окраинной частью города. На некоторых станциях, построенных раньше, не учитывались перспективы и направление роста города, и вокзалы располагали вдали от города, в результате чего не созданы хорошие условия для пассажиров (Кострома).

В городах с небольшим населением расположение вокзала на окраине наиболее правильно. В связи с небольшим расстоянием внутригородских передвижений пассажиры не испытывают особых неудобств, а для города и железной дороги создается возможность дальнейшего развития. В быстро растущих городах железная дорога часто отделяет жилую и предназначенную под жилую и непромышленную застройку часть города от промышленной части. Такое деление создает удобную планировку городских территорий, красивое архитектурное оформление города и обеспечивает хорошие транспортные условия.

По назначению вокзалы можно разделить на универсальные и специализированные.

Универсальные вокзалы обслуживают все виды сообщений — пригородное, местное и дальнее.

Специализированные вокзалы появились преимущественно во второй половине XX века и предназначены для обслуживания одного из видов сообщений: пригородного или дальнего. В настоящий момент развитие получают в основном два подтипа таких вокзалов:

- вокзалы пригородного сообщения, являющиеся составной частью системы транспортного обслуживания городов и ближайших пригородов;

- вокзалы дальнего следования на станциях высокоскоростных железнодорожных магистралей.

В мировой практике вокзалы высокоскоростных железнодорожных магистралей имеют сходство с аэропортами по способу организации работы с пассажирами:

- ограничение доступа на платформы,
- регистрация пассажиров и доставка багажа,
- организация досуга во время ожидания поезда для пассажиров и т.д.

Пригородные вокзалы функционируют и продолжают развиваться, так как развиваются города и интенсифицируется сообщение с поселениями, входящими в их агломерации.

Реконструкция железнодорожных станций вызывает строительство новых вокзалов или переустройство существующих. В большинстве городов целесообразнее реконструировать существующий вокзал, добавляя вокзальные помещения, переустраивая и увеличивая привокзальную площадь. Это решение наиболее экономично.

В неблагоприятных условиях, при необходимости сноса большого числа дорогостоящих городских зданий, создается второй, дополнительный вокзал, берущий на себя значительную часть пассажиропотока. Второй вокзал должен размещаться в районе, имеющем удобные транспортные магистрали, в местах пересечения различных видов транспорта, обеспечивая загрузку его пассажирами. Иногда второй вокзал сооружается при отсутствии железнодорожных мостов через крупные реки (Нижний Новгород), разновременности строительства подходов к городу (Арзамас), а также при резком росте промышленности и размещении ее в районе, отдаленном от города.

26.2. Основные устройства вокзалов

Для обслуживания пассажиров в вокзалах предусматривается комплекс различных сооружений: железнодорожные билетные кассы, помещения для приема и выдачи багажа, камеры хранения ручной клади, залы ожидания, справочные бюро, комнаты отдыха пассажиров, комнаты матери и ребенка, рестораны и буфеты, помещения для культурно-бытового и санитарно-гигиенического обслуживания пассажиров.

В настоящее время осуществляется расширение состава функций и услуг, оказываемых вокзалами, по следующим направлениям:

— усиление мер транспортной безопасности, введение запретов на пребывание на железнодорожном вокзале лиц без определенного места жительства и т.д.,

— учреждение службы такси ОАО «Российские железные дороги» и проката автотранспорта;

— предоставление услуг экспресс-доставки малогабаритных почтовых отправок пассажирскими поездами;

— предоставление услуг бронирования и продажи билетов на другие виды пассажирского транспорта;

— предоставление услуг продажи и бронирования билетов на экскурсии и иные культурные мероприятия;

— организация встреч у вагона поезда;

— установка на железнодорожных вокзалах автоматических камер хранения с возможностью почасовой оплаты.

Железнодорожные вокзалы проектируют с учетом рациональной планировки помещений и создания наибольших удобств для пассажиров, для чего предусматривают:

— поточность следования пассажиров;

— кратчайший и отдельный путь следования пассажиров прибытия и отправления;

— минимум подъемов и спусков;

— безопасность прохода пассажиров к поездам и от поездов;

— минимум встречных потоков между пассажирами различных категорий;

— легкость ориентировки пассажиров внутри здания.

Наряду с обычными, в последнее время строятся объединенные вокзалы для нескольких видов транспорта.

Объединение вокзалов — первый этап построения единой схемы пассажирского транспортного узла, соединяющего все виды транспорта и имеющего единую, увязанную по стыковым пунктам технологию работы.

Объединенные вокзалы обеспечивают:

— улучшение обслуживания пассажиров (сокращение перемещений по городу);

— создание удобств за счет крупных предприятий общественного питания, торговли и т.д.;

— экономию городской территории и коммуникаций;

— сокращение пробега городского транспорта и разгрузку транспортных узлов города;

— экономию в строительстве и эксплуатации зданий, получаемую в результате сокращения ряда дублирующих помещений.

Создание объединенных вокзалов целесообразно для городов с населением менее 500 тыс. чел. В крупных и крупнейших городах такое решение нецелесообразно по экономическим показателям, а также потому, что большая концентрация пассажиров значительно усложнит эксплуатацию вокзалов и привокзальных площадей, ухудшит связи между отдельными помещениями и посадочными платформами (остановками), затруднит обслуживание основных пассажиров, число которых значительно больше, чем пересеживающихся с одного вида транспорта на другой.

При наличии в городе двух пассажирских станций объединение вокзалов нецелесообразно, так как увеличиваются пробеги между городными автобусов за счет захода на обе станции узла, затрачивается время на ожидание и поездку пассажира, сильно загружаются центральные улицы городов.

Принципами развития железнодорожных вокзалов в настоящее время являются:

— обеспечение удовлетворения потребностей пользователей железнодорожных вокзалов в современной, надежной и безопасной транспортной инфраструктуре, а также в качественном обслуживании;

— комплексный подход к развитию железнодорожного вокзала совместно с прилегающей к нему территорией не только как части транспортной инфраструктуры, но и как неотъемлемого компонента городской инфраструктуры.

Общая расчетная вместимость вокзала определяется отдельно для дальних и пригородных пассажиров по формуле:

$$N = k_1 k_2 \frac{z C_0}{100}, \quad (26.1)$$

где N — расчетная вместимость вокзала для дальних и местных пассажиров или помещений для пригородных пассажиров, чел.; C_0 — суточное отправление пассажиров, устанавливаемое на основании технико-экономических изысканий, исходя из среднегодовых размеров пассажирских перевозок на 10-й год эксплуатации, чел.; z — норма расчетной вместимости (в %) от суточного отправления пассажиров; k_1, k_2 — соответственно коэффициенты неравномерности прибытия встречающих (1,1—1,3) и провожающих (1—1,25) пассажиров.

Для более точного расчета и хорошо изученных пассажиропотоков используется графический метод определения максимального числа скапливающихся на вокзале пассажиров различных категорий.

В зависимости от расчетной вместимости вокзалы разделяются на группы:

- крупные и особо крупные (единовременная расчетная вместимость свыше 1500 пассажиров);
- большие (вместимость 700—1500 пассажиров);
- средние (вместимость 200—700 пассажиров);
- малые (вместимость 25—200 пассажиров).

26.3. Привокзальные площади, их классификация и особенности планировки

Режим работы пассажирской станции и вокзала во многом зависит от правильной планировки и определения размеров привокзальных площадей. Характер работы площади определяется видом транспорта, обслуживающего пассажиров. Бывают площади, обслуживаемые одним и несколькими видами транспорта.

Привокзальные площади, обслуживаемые только автобусами, характерны для городов с населением не свыше 300 тыс. чел. В городах с населением 300—400 тыс. чел., кроме автобусов, привокзальную площадь обслуживает трамвай, который подходит только до привокзального района станции. Расстояние от вокзала до трамвайной остановки составляет 200—600 м.

В городах с населением 300—400 тыс. чел. и более, кроме автобусов используются и троллейбусы. Работа привокзальных площадей при этом усложняется, так как требуются дополнительные остановочные пункты для посадки и высадки пассажиров и значительно возрастает число пересечений при въезде на площадь транспорта, идущего с разных улиц.

В более крупных городах обслуживание вокзала производится тремя видами транспорта (автобусом, троллейбусом и трамваем). На площадь обычно пропускается троллейбус и автобус, а трамвай используется как транзитный вид транспорта. В некоторых городах все три вида транспорта проходят по территории площади. В крупнейших городах (Москва, Санкт-Петербург и др.) для перевозки пассажиров с вокзала, помимо указанных видов транспорта, используется метрополитен.

Привокзальная площадь по форме обычно приближается к квадрату или прямоугольнику (геометрическая форма площади практического значения не имеет) и должна быть изолирована в основной части от транзитного движения.

По пропускной способности площади бывают *однорядного* (малые и средние города) и *многорядного* (крупные и крупнейшие) движения. Пропускная способность, будучи основным классификационным признаком площадей, зависит от вида и характера движения городского транспорта (легкового и грузового) в районе вокзала. Учитывая движение и планировочную структуру города, все привокзальные площади крупных городов делятся на две группы:

1. *Привокзальные площади с проходящими транзитными городскими магистралями.* Эти площади, помимо обслуживания пассажиров, прибывающих и отправляющихся по железной дороге, пропускают различные транзитные городские потоки пассажирского и грузового транспорта (см. рис. 26.2, типы I—IV).

2. *Привокзальные площади тупикового типа,* которые обслуживаются лишь пассажирским городским транспортом, связывающим вокзал с различными районами города. Транзитный пассажирский транспорт вынесен на соседние уличные магистрали с развязкой на ближайших городских площадях. Дополнительную загрузку создает грузовой автотранспорт, обслуживающий багажное и почтовое отделения вокзала (см. рис. 26.2, типы V—VI).

На транзитных привокзальных площадях по примыкающим улицам движется двусторонний (грузовой и пассажирский) поток городского транспорта и все виды конечного транспорта, идущего на вокзал.

Связь между привокзальной площадью и центром города осуществляется через смежные городские транспортные узлы, что при больших пассажиропотоках ухудшает рассматриваемую схему. На таких площадях пропускную способность лимитируют расчетные точки, в которых пересекаются эти потоки. В отдельных городах (Самара, Иваново) в связи с интенсивным движением конечный транспорт пропускают транзитом мимо вокзала, с остановкой напротив его (Иваново), осуществляя поворот транспорта на ближайших площадях. Иногда на привокзальную площадь вводят лишь те конечные потоки, которые не пересекаются с транзитными потоками (Самара).

	Тип	Варианты подходов магистральных улиц к привокзальной площади	Варианты решения
Транзитная	I		
	II		
	III		
	IV		
Туриковая	V		
	VI		

Рис. 26.2. Принципиальные схемы привокзальных площадей

В небольших городах с незначительным пассажирским движением для ввоза и вывоза пассажиров часто используют лишь проходящий транспорт, не предусматривая конечных маршрутов. При таком решении резко ухудшается обслуживание пассажиров (увеличивается расстояние от автотранспорта к вокзалу), а при увеличении пассажиропотоков возрастают задержки транспорта в привокзальном районе. На таких привокзальных площадях лимитирующим элементом являются точки пересечения транзитной магистрали с въездом на площадь, которые практически определяют пропускную способность привокзальной площади в целом. При сочетании всех трех видов городского транспорта (трамвая, автобуса, троллейбуса) применение таких схем ограничивается в городах с населением до 400 тыс. чел.

На площадях, где, помимо транзитной магистрали, примыкает еще тупиковая улица, увеличивается количество пересечений движения пассажиропотока и городского транспорта. Целесообразность такого решения площади во многом зависит от схемы планировки города, числа пригородных пассажиров, прибывающих на станцию в часы «пик», наличия вблизи вокзала городских транспортных узлов и их загрузки, типа примыкающих к вокзалу улиц. При наличии в городе трех жилых (или предназначенных под жилую и непромышленную застройку) районов, расположенных в разных сторонах от вокзала, обеспечивается удобная связь его с центральными и периферийными районами города. Рассматриваемая схема характерна также при вынесении транспортного узла города в сторону от площади, когда транзитный поток переносится на этот узел, а на вокзал прибывают лишь конечные виды транспорта. Загрузка точек и число пересечений маршрутов следования транспорта сокращаются. Лимитирующим элементом становится сама привокзальная площадь (число остановок и т.д.).

При больших пригородных потоках и концентрированном расположении жилой части в городе лимитирующим элементом становится тупиковая уличная магистраль, не обеспечивающая вывоз расчетного числа пассажиров. Пригородным пассажирам приходится затрачивать дополнительное время на переход от вокзала до ближайшего транспортного узла. На привокзальных площадях, где к ним примыкают две тупиковые магистрали (см. рис. 26.2, тип III), обеспечивается удобная связь с городом. Центральные районы го-

рода обслуживаются тупиковыми (радиальными) магистралями, окраинные — транзитной кольцевой или тангенциальной улицами. При большом транзитном движении количество точек пересечения и их загрузки, особенно при обслуживании вокзала всеми видами транспорта, значительно увеличиваются. Расчетным лимитирующим элементом для данной схемы служат места пересечения транзита с конечным потоком машин. Подобная схема применяется в городах с компактной планировкой.

Сложные привокзальные площади с примыкающими транзитными магистралями встречаются сравнительно редко, так как обилие транспортных магистралей создает дополнительные точки пересечения маршрутов разных видов транспорта. Примыкание 5—6 улиц, по которым движется городской транспорт, значительно снижает пропускную способность площади. Применение сложных площадей затрудняет движение транспорта и пешеходов, увеличивает затраты на устройство, реконструкцию и содержание улиц.

На тупиковых привокзальных площадях транзитное движение отсутствует. Такие площади характерны для многих городов России с населением 200—1200 тыс. чел (Орел, Брянск, Ярославль, Ростов-на-Дону).

Пропускная способность тупиковой площади с одной радиальной магистралью ограничивается пропускной способностью примыкающей улицы или ближайших распределительных перекрестков. Разделение потоков идущего от вокзала транспорта производится на ближайшем к площади транспортном узле в зависимости от размещения городских районов и схем транспортных магистралей. В связи с этим наблюдается значительная перегрузка таких транспортных узлов.

На тупиковых привокзальных площадях с двумя магистралями (см. рис. 26.2, тип VI) производится самостоятельный пропуск всех видов движения по каждой из магистралей или въезд на привокзальную площадь всех видов транспорта по одной из них и выезд по другой. В первом случае образуются значительные пересечения в месте входа улиц на площадь между потоками транспорта, прибывающими с одной магистрали и отправляющимися на другую. Пропускная способность площади снижается. Во втором случае встречные потоки и пересечения в районе площади полностью отсутствуют. Однако при таком решении несколько усложняется

развязка транспортных потоков в прилегающих к вокзалу транспортных узлах и ухудшается обслуживание пассажиров, проживающих в районе вокзала. Для тупиковых площадей с двумя магистралями должна обеспечиваться самостоятельная регулировка движения на перекрестках. Взаимное расположение магистралей не должно искусственно увеличивать размеры площади, для чего расстояние между двумя параллельными улицами необходимо предусматривать не более 200—250 м.

В зависимости от архитектурно-планировочных решений все привокзальные площади разделяются на два типа: с размещением городской застройки по всему периметру площади; с расположением городской застройки со стороны, противоположной вокзалу.

Первый тип наиболее характерен для сложившихся привокзальных площадей. Его особенность в том, что он имеет архитектурно-планировочную композицию, придающую площадям парадность, но лишает пассажиров ряда удобств и не создает безопасности движения транспорта и пешеходов. На таких площадях располагаются большие скверы (Воронеж, Иваново, Волгоград и др.), пользоваться которыми практически невозможно, так как они окружены кольцом проездов, стоянок и остановок различных видов транспорта.

Застройка площади по периметру затрудняет решение проблемы разгрузки ее от грузовых потоков, и поэтому целесообразнее застраивать противоположащую от вокзала сторону города, что облегчит проблему транспорта, придаст вокзалу доминирующее положение, обеспечит дальнейшую реконструкцию или расширение привокзальной площади.

Для организации движения пешеходов на привокзальных площадях используются следующие мероприятия:

- устройство пешеходной зоны по периметру привокзальной площади;
- устройство пешеходной зоны полуостровного типа в центральной части привокзальной площади, разделяемой таким образом на площадь прибытия и площадь отправления;
- организация движения пешеходов и транспорта в двух или нескольких уровнях с использованием тоннелей, эстакад и других сооружений для развязки потоков пешеходов и транспорта.

Учитывая конкретные природно-климатические условия в городах I—IV климатических районов, в генеральных планах при-

вокзальных площадей должны предусматриваться озелененные площадки с теньевыми навесами, ветрозащитными стенками и благоустроенными местами ожидания пассажиров и посетителей в теплое время года.

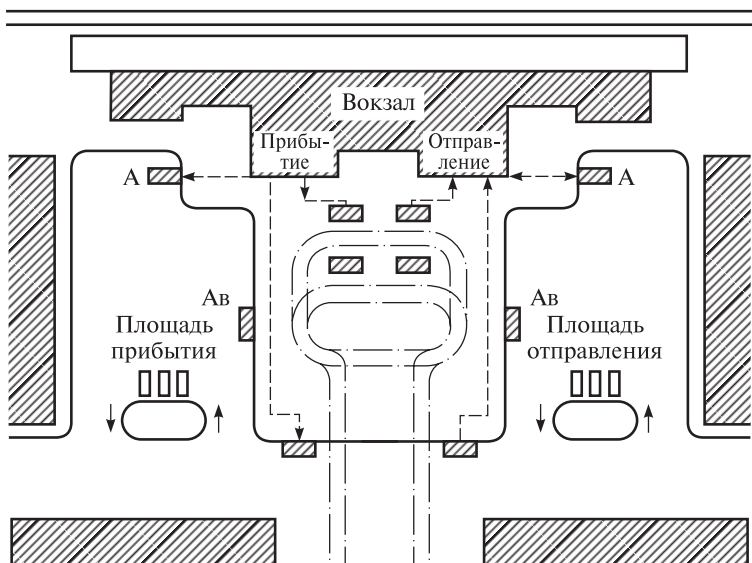
На привокзальных площадях устраивают газоны и цветники, кустарниковые и древесные насаждения, используют декоративные бассейны и малые архитектурные формы, включая справочные киоски, автоматы для продажи воды, соков, мороженого, газет, телефоны-автоматы и другие виды благоустройства, объединенные единым архитектурно-композиционным замыслом.

При решении вопроса о планировке привокзальных площадей, необходимо принимать во внимание их тип (транзитные или тупиковые) и учитывать, какой вид транспорта на ней преобладает. При преимущественном обслуживании вокзала конечными маршрутами городского транспорта целесообразно размещать трамвайное кольцо так, чтобы оно заходило на привокзальную площадь, а еще лучше, чтобы было окружено платформами, с наружной стороны которых может подходить городской транспорт (автобус, троллейбус). Путь от платформ к вокзалу должен быть коротким. С обеих сторон от трамвайного кольца целесообразно создать специализированные площадки прибытия и отправления автотранспорта, что позволит автобусам и автомобилям подъезжать к основным распределительным платформам (см. рис. 26.3, а).

При наличии на площади транзитного движения остановки на кольцах для трамваев и троллейбусов удобнее располагать вблизи входов пассажиров (см. рис. 26.3, б). Привокзальные площади желательно разделять в планировочном отношении на две зоны: зона обслуживания пассажиров и транспорта, зона развязки внутригородского транспорта. Такое разделение площади создает благоприятные условия для работы транспорта и улучшает качество обслуживания пассажиров.

Выбор рациональной схемы привокзальной площади, отвечающей условиям определенного города, должен производиться с учетом: взаимного размещения вокзала и районов города; размеров пассажиропотока и категории пассажиров (дальних, местных и пригородных); намечаемого вида транспорта для перевозки пассажиров; размеров транзитных потоков и возможности их изоляции; характеристики ближайших транспортных узлов и магистралей города.

a



б

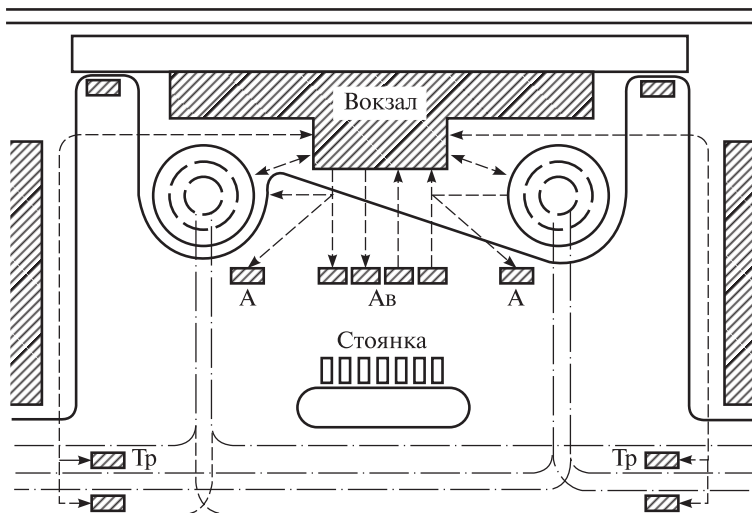


Рис. 26.3. Схемы планировки привокзальных площадей:

a — при преимущественном обслуживании вокзала конечными маршрутами городского транспорта; *б* — при наличии на площади транзитного движения

Для крупных городов необходимы схемы привокзальных площадей с хорошей прямой связью с центром города и его отдельными районами, для чего уличные магистрали должны иметь простую и четкую планировку с минимальным числом пересечений маршрутов следования городского транспорта.

Планировка площади должна обеспечивать:

- короткие пути следования пешеходов с минимальной затратой времени на проход, для чего остановки массового транспорта должны располагаться вблизи входов и выходов из вокзала;

- изоляцию потоков дальних и пригородных пассажиров и движения машин, исключая встречные течения и обеспечивая полную изоляцию пассажиров от движения транспорта. Движение пассажирского и грузового транспорта (обслуживающего багажные отделения) следует выделять на самостоятельные ходы, а иногда развязывать их в двух уровнях;

- четкое движение транспорта, для чего площадь необходимо делить на зоны, где концентрируется отправление и прибытие автомобилей. В ряде случаев зонирование площади может производиться по функциональной принадлежности (зона обслуживания пассажиров и зона развязки движения городского транспорта);

- возможность реконструкции площади в увязке с городом и вокзалом, с учетом их взаимного расположения и уровня размещения;

- достаточные (установленные расчетом) число мест для автостоянок и остановочных пунктов городского транспорта, чтобы в часы «пик» пассажирам не приходилось тратить много времени на ожидание транспорта. На крупных пассажирских станциях привокзальные площади должны иметь крытые посадочные платформы;

- удобства для пересадки пассажиров с одного вида транспорта на другой.

26.4. Пассажирские платформы и переходы

Пассажирские платформы должны обеспечивать удобную, быструю и безопасную посадку и высадку пассажиров. По расположению относительно пассажирского здания и перронных путей платформы бывают боковые и промежуточные (островные). Кроме того, на крупных тупиковых и комбинированных пассажирских станциях имеются распределительные платформы в конце тупиковых перонных путей.

Платформы устраивают низкие высотой 0,20 м и высокие — 1,10 м над уровнем верха головки рельса. Высокие платформы сооружают на крупных пассажирских станциях, а также при обращении моторвагонного подвижного состава без подножек. Они более удобны для пассажиров, обеспечивают быструю посадку и высадку пассажиров, но затрудняют техническое обслуживание составов и переход между платформами в одном уровне с путями. Поэтому у путей, предназначенных для пропуска транзитных поездов, на станциях, где предусмотрено техническое обслуживание составов, устраивают низкие платформы.

Длина пассажирских платформ должна соответствовать наибольшей длине пассажирского состава, намечаемого к обращению на 5-й год эксплуатации. При этом на вновь сооружаемых пассажирских станциях, при обосновании, следует предусматривать возможность удлинения платформ до 650—800 м (на отдельных станциях — до 1000 м), а платформ, обслуживающих только пригородное движение, — до 350 м (при обосновании — до 500 м) и сооружение тоннелей, с учетом обслуживания пассажирских и пригородных поездов перспективной длины.

Для организации постоянного обращения составов дифференцированной длины, в том числе, при обосновании, соединенных (сдвоенных) и групповых, требуется предусматривать на конечных пассажирских станциях не менее одной пассажирской платформы необходимой длины (для размещения 32—40 вагонов).

Длина платформ на пассажирских станциях тупикового типа должна быть больше длины состава на длину поездного локомотива, а в трудных условиях — не менее чем на 10 м.

Выбор типа пассажирских платформ для дальних и пригородных поездов (высокие или низкие) на пассажирских станциях должен быть обоснован в проекте технико-экономическими расчетами. При больших объемах пассажиропотоков, следует проектировать высокие пассажирские платформы для дальних и пригородных поездов на пассажирских станциях всех типов. При этом у путей, предназначенных для приема-отправления и технического обслуживания составов пассажирских поездов, высокие платформы должны иметь конструкцию, позволяющую обеспечить выполнение двустороннего осмотра и ремонта ходовых частей вагонов.

Ширина пассажирских платформ на средних, больших и особо крупных вокзалах определяется расчетом в зависимости от интенсивности пассажиропотоков с учетом количества и расположения выходов с платформ. Наибольшая ширина требуется для платформ прибытия тупиковых станций; она должна обеспечивать беспрепятственный выход прибывших пассажиров в город без резкого снижения скорости передвижения.

Ширина этих платформ зависит от населенности прибывающих поездов M , длины состава поезда L_c , необходимой площади на одного пассажира p . На ширину платформы также влияет соотношение времени высадки пассажиров из поезда T_v и времени прохода пассажира от последнего вагона до выхода с платформы $T_{прх}$.

Время высадки пассажиров из поезда можно определить по формуле:

$$T_v = \frac{M}{cNn_{выс}}, \text{ мин} \quad (26.2)$$

где c — число открываемых дверей в одном вагоне; N — число вагонов в поезде; $n_{выс}$ — число пассажиров, высаживающихся через один выход в минуту (из пригородных электропоездов на высокую платформу 70—75 чел., на низкую — 35—40 чел.; из дальних поездов на низкую платформу — 12—15 чел., на высокую из плацкартных вагонов 20—30 чел., из общих — 25—40 чел.).

Время прохода платформы пассажиром из последнего вагона:

$$T_{прх} = \frac{L_c}{60v}, \quad (26.3)$$

где v — скорость передвижения пассажиров, которая в нестесненных условиях составляет 1,2—1,3 м/с и достигается при условии, что расстояние между идущими друг за другом пассажирами не менее 1,25—1,35 м.

Считая, что пассажир занимает ширину около 0,7 м, получим, что на одного пригородного пассажира необходимо иметь площадь платформы 0,9—1,0 м². При площади менее 0,9 м² скорость передвижения пассажира снижается.

Для дальнего пассажира площадь увеличивается до 1,2—1,4 м², учитывая наличие ручной клади, а скорость передвижения уменьшается до 1,0—1,1 м/с.

При расчете ширины платформы возможны два случая: когда $T_v < T_{прх}$, и второй, когда $T_v > T_{прх}$.

Расчетная схема для первого случая приведена на рис. 26.4, *а* и *б*. На схеме принято, что в каждом вагоне открыты две двери, хотя схема и расчет принципиально не изменяются при одном выходе из вагона. Длина ленты потока из каждой двери равна νT_B .

В момент окончания высадки на платформе у первого вагона в сечении AA_1 получится максимальная ширина потока пассажиров для данного случая. Такую же ширину будет иметь поток до сечения BB_1 , отстоящего от хвоста поезда на расстоянии L_2 , равном длине ленты потока νT_B . Следовательно, полная ширина потока

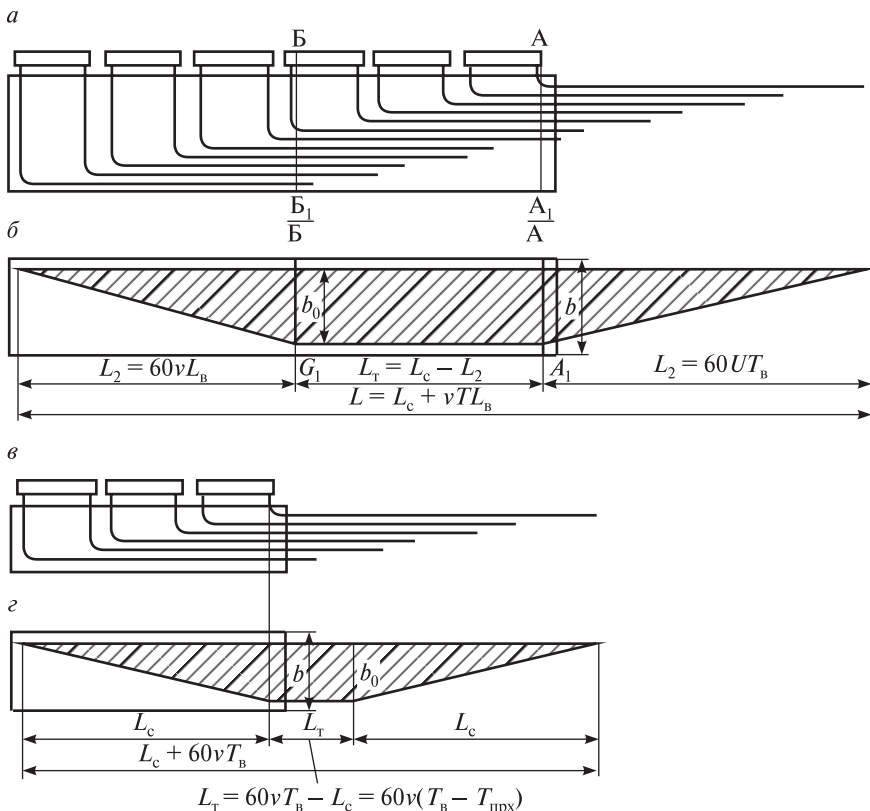


Рис. 26.4. Расчетные схемы для определения ширины платформ прибытия на пассажирских станциях:

а, б — для случая, когда $T_B < T_{прх}$; *в, г* — для случая когда $T_B > T_{прх}$

пассажиры в момент окончания высадки будут не по всей длине платформы, а на протяжении:

$$L_1 = L_c - L_2. \quad (26.4)$$

Схему длины и ширины потока в момент окончания высадки можно с достаточной для расчета точностью представить в виде фигуры, показанной на рис. 26.4, б. Площадь этой фигуры равна

$$S_p = (L_c - L_2)b_0 + \frac{2L_2b_0}{2}, \quad (26.5)$$

откуда

$$b_0 = \frac{S_p}{L_c}, \quad (26.6)$$

где S_p можно принять равной расчетному числу пассажиров на платформе в момент окончания высадки M_p ; b_0 — необходимая полезная ширина платформы.

Расчетная схема для второго случая при $T_B > T_{\text{прх}}$ показана на рис. 26.4, в и г.

Ширина потока пассажиров достигает максимума в сечении у первого вагона, когда пассажир из последнего вагона дойдет до первого вагона, т.е. через время $T_{\text{прх}}$ после начала высадки, и будет удерживаться до окончания высадки в течение времени $T_B - T_{\text{прх}}$. Схема длины и ширины потока в момент окончания высадки может быть представлена в виде фигуры на рис. 26.4, в.

Пользуясь этой схемой, можно записать:

$$S_p = (vT_B - L_c)b_0 + \frac{2L_cb_0}{2} = T_B vb_0. \quad (26.7)$$

Заменяя v через $\frac{L_c}{T_{\text{прх}}}$, получим:

$$b_0 = \frac{S_p}{L_c} k, \quad (26.8)$$

$$\text{где } k = \frac{T_{\text{прх}}}{T_B}. \quad (26.9)$$

В формуле (26.8) S_p принимается равной расчетному числу пассажиров на платформе в момент окончания высадки M_p .

Во втором случае расчета при той же населенности состава требуется меньшая ширина платформы, чем в первом случае, так как $T_{\text{в}} > T_{\text{прх}}$ и поэтому коэффициент $k < 1$. В первом случае принимается $k = 1$.

Для определения полной ширины платформы необходимо к расчетной полезной ширине b_0 добавить ширину полос безопасности у бортов платформы, а для платформ прибытия дальних поездов — учесть также встречающих и носильщиков (в среднем 15—25 % от населенности поезда) и дополнительную ширину 1 м запаса на случай остановки группы пассажиров с вещами и детьми на платформе.

С учетом изложенного ширина платформ прибытия определяется по формулам:

— для пригородных поездов

$$b_{\text{пр}} = \frac{M_{\text{пр}} p_{\text{пр}}}{L_{\text{с}}} k + 1,0; \quad (26.10)$$

— для дальних поездов

$$b_{\text{д}} = \frac{1,25 M_{\text{д}} p_{\text{д}}}{L_{\text{с}}} k + 2,0, \quad (26.11)$$

где $p_{\text{пр}}$, $p_{\text{д}}$ — необходимая площадь на одного пассажира платформ прибытия соответственно для пригородных и дальних поездов; $M_{\text{пр}}$, $M_{\text{д}}$ — населенность прибывающих соответственно пригородных и дальних поездов.

Если в выходной части платформы имеются опоры или киоски, стесняющие выход пассажиров, то ширина платформы соответственно увеличивается.

Если к платформе могут прибыть одновременно два поезда (при многопутных подходах), значение M берется с коэффициентом, чтобы несколько уменьшить расчетную ширину платформы, допустив некоторое снижение скорости прохода пассажиров.

Ширина платформы, рассчитанная для обслуживания прибывающих поездов, будет достаточна и для отправляющихся поездов. Если на одной платформе совпадает по времени высадка пассажиров из одного поезда и посадка в другой, то ширина ее увеличивается не менее чем на 2,0—2,5 м при отправлении пригородного поезда и 3,0—3,5 м при отправлении дальнего.

На тупиковых пассажирских станциях могут быть платформы, специализированные только для посадки пассажиров в моторвагонные поезда (при схеме платформа—путь—платформа). Такие платформы заполняются пассажирами до прибытия поезда; ширина их рассчитывается как платформы прибытия с коэффициентом $k = 1$.

На станциях со сквозными перронными путями ширина островных (промежуточных) платформ рассчитывается, как и тупиковых по формулам (26.10) и (26.11). Обычно сходы в тоннель или на пешеходный мост расположены посередине платформы или имеется несколько сходов, поэтому в этом случае населенность, время высадки и прохода, а также значения k при расчете ширины платформы берется только для части состава, тяготеющей к данному сходу. Таким образом, расчетная ширина платформы уменьшается с увеличением числа сходов. Однако она не может быть меньше ширины сходов, увеличенной на 4 м (с учетом расстояния 2 м от борта платформы до грани схода):

$$b_{\text{пл}} \geq b_{\text{сх}} + 4,0, \quad (26.12)$$

где $b_{\text{сх}}$ — ширина схода (не менее 2 м).

Для платформ, имеющих сходы в тоннель или на пешеходный мост в торце платформы,

$$b_{\text{пл}} \geq b_{\text{сх}} + 2(3,1 - g), \quad (26.13)$$

где 3,1 — габаритное расстояние от оси пути до схода, м; g — расстояние от оси пути до борта платформы (1,92 м — для высоких платформ; 1,745 м — для низких).

Чтобы проверить достаточность ширины сходов с островной платформы, определяют их суммарную пропускную способность в час:

$$N_{\text{час}} = 60 \sum \left[\frac{b_{\text{сх}}}{\text{ч}} \right] n_{\text{сх}}, \quad (26.14)$$

где $b_{\text{сх}}$ — ширина схода, м; ч — ширина одной ленты потока пассажиров на сходе; для пригородных — 0,65—0,7 м, для дальних — 0,85—0,95; $\left[\frac{b_{\text{сх}}}{\text{ч}} \right]$ — округленное в большую сторону целое число лент каждого схода; $n_{\text{сх}}$ — пропускная способность одной ленты, чел. в мин; для пригородных пассажиров от 30 до 40 (в зависимости от типа перехода), для дальних 24—30 чел. в мин.

Часовая пропускная способность сходов с платформы должна быть больше расчетного числа пассажиров, прибывающих на данную платформу в час. Если поезда прибывают к платформе с небольшим интервалом, то время освобождения платформы пассажирами одного поезда не должно превышать интервал прибытия поездов I :

$$\frac{M}{\sum \left[\frac{b_{cx}}{ч} \right] n_{cx}} \leq I, \text{ откуда } \sum \left[\frac{b_{cx}}{ч} \right] = \frac{M}{n_{cx} I}. \quad (26.15)$$

Из этой зависимости можно определить ширину сходов, обеспечивающую освобождение платформ без задержек пассажиров.

Для защиты пассажиров от дождя и снега, а в южных районах от солнца, платформы на крупных станциях должны иметь перекрытия, которые устраивают в виде отдельных навесов различных типов.

26.5. Устройства для обработки багажа и почты и обслуживания туристических поездов

Багаж, обрабатываемый на станциях, разделяется на три категории:

- ручная кладь (легкопереносимые предметы и вещи небольшого веса и размеров), оставляемая на вокзале для краткосрочного хранения;
- багаж, сдаваемый пассажиром по проездному билету для перевозки его в багажных вагонах;
- грузобагаж, перевозимый в почтово-багажных поездах и багажных вагонах пассажирских поездов.

Для работы с багажом и почтой на пассажирских станциях в составе вокзального комплекса предусматривают следующие устройства: багажные склады, камеры хранения и кассы; перегрузочные платформы; железнодорожный почтамт (отделение перевозки почты — ОПП); специализированные тоннели; специальное путевое развитие.

Успешная работа по обслуживанию багажных и почтовых перевозок определяется размерами и технической оснащенностью складов и ОПП, путевым развитием и местом расположения

устройств на схеме станции. Основное требование к размещению багажных устройств — удобные и короткие пути подхода пассажиров и отсутствие пересечений багажных тележек с пассажиропотоками.

Путевое развитие для почтово-багажных операций определяется категорией станции. Наиболее характерны:

- отдельные тупиковые пути для совместного или раздельного обслуживания багажных и почтовых вагонов (станции с небольшими объемами работы);

- специальные группы (парки) из 2—3, реже 4 тупиковых или сквозных путей емкостью 4—10 вагонов (рациональнее сквозные пути, встречающиеся редко из-за трудности подвязки к горловине);

- пути, вводимые в склады багажа или ОПП, обеспечивающие наиболее рациональные режимы работы (на крупных пассажирских станциях);

- использование перронных путей для погрузки-выгрузки не только транзитного, но и конечного багажа, что затрудняет работу и создает неудобства в обслуживании пассажиров.

Место размещения багажа и почты и схемы путевого развития определяются характером работы станции.

Для тупиковых и сквозных станций с преобладанием конечных поездов устройства для багажа и почты целесообразнее выносить на отдельную площадку, вблизи перронных путей, сооружая их объединенными. Для станций с транзитным движением необходимо рационально проектировать платформы и механизировать процессы погрузки багажа и почты. Чтобы обеспечить удобную связь багажных устройств с платформами, складами багажа и ОПП, сооружают специальные багажные тоннели, схемы прокладки которых зависят от места размещения устройств багажа и почты (см. рис. 26.5). Размеры тоннелей устанавливаются в зависимости от типа транспортных средств. Минимальная ширина тоннеля 4—6 м, высота 2,5—2,7 м.

Рациональное размещение устройств для обработки багажа и почты и их техническое оснащение увеличивают пропускную способность станции, вокзала и всего привокзального района (площадей и улиц).

Для обслуживания туристов и туристических поездов на пассажирских станциях должны предусматриваться специальные пути

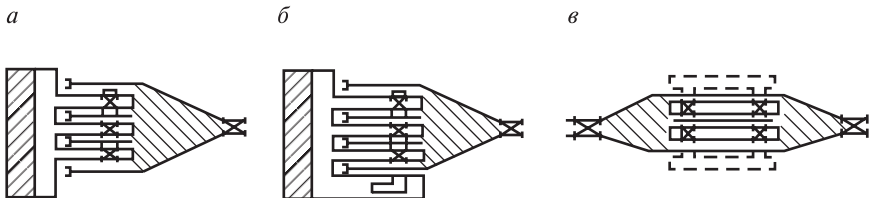


Рис. 26.5. Варианты расположения багажного тоннеля:

а — поперек путей; *б* — связанный с основным зданием вокзала; *в* — замкнутым кольцом

(число которых определяется количеством прибывающих поездов), асфальтированные высокие или низкие платформы, пешеходные тоннели, бытовые устройства для туристов (телефоны, умывальники и др.), вагоны-рестораны, источники света, водоотводы и др.

Место расположения путей для стоянки туристических поездов определяется типом станции, ее расположением в городе, наличием технической станции в узле и ее размещением. Основное требование к выбору месторасположения устройств для обслуживания туристических поездов — хорошая и удобная связь с городом, обеспечивающая короткий путь пассажиров, рациональное снабжение и экипировку составов.

На пассажирских станциях тупикового типа для стоянки туристических поездов может использоваться часть тупиковых путей, имеющих хорошую связь с вокзалом и выходом в город. На проходных станциях в отдельных случаях выделяют специальные пути, расположенные со стороны, противоположной пассажирскому зданию. При переустройстве крупных станций, с выносом главных грузовых путей, размещение стоянок туристических поездов может производиться за счет увеличения наличного путевого развития. При определенных условиях для станций сквозного типа пути для отстоя туристических поездов располагают вне территории перронного парка, обслуживающего дальнее и местное движение (Ростов-на-Дону). В случае объединения станций для пассажирского и пригородного движения пути отстоя могут размещаться между соединенными парками, с прямым выходом туристов в город.

Выбор места для стоянки туристических поездов увязывается с общей схемой развития станции, исключая необходимость последующей реконструкции коммуникаций и путевого развития.

В крупных городах, городах-курортах, имеющих слабо развитые пассажирские станции или очень большую загрузку путей, целесообразно располагать места для стоянки туристических поездов на ближайших станциях участка, хорошо связанных с городом и удаленных от него на незначительное расстояние.

Для случаев, когда вблизи от пассажирской располагается техническая станция, имеющая хорошую связь с основными районами города, пути для туристических поездов можно размещать на ее территории. Подобное решение может осуществляться также при переносе технических парков, предусматривая на их старом месторасположении устройства для стоянки поездов.

Размещение путей для туристических поездов возможно также на технических станциях, расположенных по одну сторону от главных путей, когда не требуется сооружения специальных развязок автомобильных дорог с железнодорожными путями.

Контрольные вопросы

1. Что входит в понятие вокзального комплекса?
2. Как классифицируют вокзалы в зависимости от расположения относительно перронных путей?
3. Назовите основные варианты размещения привокзальных площадей и перронных путей по уровню.
4. Чем отличаются универсальные и специализированные вокзалы?
5. Перечислите основные устройства вокзалов.
6. Назовите варианты организации движения пешеходов по привокзальной площади.
7. Как устанавливается длина пассажирских платформ?
8. От каких параметров зависит ширина пассажирской платформы?
9. Приведите формулы расчета ширины пассажирских платформ для дальних и пригородных поездов.
10. Как изменится ширина платформы, если на ней совпадает время высадки из одного поезда и посадки в другой?

Глава 27. ЗАРУБЕЖНЫЙ ОПЫТ СООРУЖЕНИЯ ПАССАЖИРСКИХ И ТЕХНИЧЕСКИХ ПАССАЖИРСКИХ СТАНЦИЙ

27.1. Пассажи́рские станции

Большинство зарубежных пассажирских станций сквозного типа, а также небольшие и средние станции тупикового типа по своей конструкции существенно не отличаются от пассажирских станций российских железных дорог. Вследствие обращения поездов меньшей длины перронные пути и платформы там более короткие. Для переходов пассажиров на платформы широко применяются тоннели. Все пассажирские платформы, как правило, крытые. На некоторых крупных пассажирских станциях (Версаль во Франции, Цинциннати в США, Гейдельберг в ФРГ и др.) сооружены широкие удобные конкорсы, связывающие вокзал с промежуточными платформами.

Вследствие плотной застройки прилегающих территорий на зарубежных железных дорогах еще в начале XX века имелись оригинальные решения размещения вокзалов над путями (Гамбург, Копенгаген, Нью-Йорк). В 1953 г. при реконструкции станции Монреаль (Канада) новый вокзал был размещен над путями и платформами и связан с последними посредством эскалаторов. Впоследствии такое размещение вокзалов было осуществлено также на станциях Кале (Франция), Бирмингем (Великобритания), Утрехт (Голландия) и других. Сооружение вокзалов над путями (на колоннах) требует значительного увеличения строительных затрат.

Последние проекты развития крупных пассажирских станций характерны использованием уровней выше или ниже путей для размещения различных устройств. На станции Нью-Стрит (Великобритания) над путями на 200 опорах сооружено перекрытие площадью 30 тыс. м², на котором размещены пассажирские залы, торговые помещения и стоянка автомобилей. На реконструированной

в 1970 г. станции Берн (Швейцария) также сооружено перекрытие над платформами (30,5 тыс. м²), используемое для въезда и стоянки легковых автомобилей, размещения торговых помещений и двухъярусного гаража на 550 автомобилей. Оригинальные решения приняты в Бельгии на станции Брюссель-Южный, реконструированной из тупиковой в сквозную станцию, при сооружении шестипутного диаметра. На этой станции, являющейся начальным пунктом для всех международных, дальних и части пригородных поездов узла, имеется 18 сквозных приемо-отправочных путей с девятью пассажирскими платформами длиной 300 м, шириной 8—11,3 м и 4 тупиковых пути. Территория станции зажата городскими улицами, поэтому пассажирское здание и небольшая привокзальная площадь смещены к южной горловине. Станция характерна тем, что под ее путями размещены многие устройства и сооружения. Основные помещения вокзала (пассажирский и кассовый залы, багажное помещение) размещены в широкой галерее (21,2 м), имеющей вход со стороны вокзала и из служебного здания на другой стороне станции. Галерея связана с платформами эскалаторами и лестницами. Имеется второй тоннель шириной 10 м, предназначенный для прибывающих пассажиров. Галерея и тоннель связаны между собой двумя соединениями для прохода пассажиров, имеющих пересадку. Под путями станции также размещены почтовое отделение, помещение для грузов большой скорости, автобусная станция, пути отстоя трамвайных вагонов и др.

В некоторых странах Западной Европы построено много тупиковых станций, к которым подходят несколько направлений. Примерами таких станций являются: во Франции — Париж-Восточный (3 четырехпутных и 3 двухпутных подхода); в Италии — Рим-Термини (5 двухпутных линий); в ФРГ — Франкфурт-на-Майне (7 линий) и др. Подходы развязаны в разных уровнях, сооружено большое количество путепроводов. Большое число станций обслуживают не только конечные, но и транзитные поезда с переменной направления следования поездов на тупиковой станции.

Многие тупиковые станции имеют большое количество приемо-отправочных путей: Париж-Восточный — 30, Париж-Северный — 28, Рим-Термини — 27, Франкфурт-на-Майне — 24, Мюнхен — 33, Чикаго — 24 пути и др.

В зарубежной практике имеются примеры оригинальных решений по тупиковым пассажирским станциям (Нью-Йорк, Чикаго в

США и др.). Так, например, на станции Нью-Йорк Центральной железной дороги тупиковые перронные пути расположены под землей в двух уровнях: в верхнем уровне — пути для дальнего движения, в нижнем — для пригородного. Крайние пути в каждом уровне соединены между собой петлей. Сооружение подземной станции в двух уровнях вызвано главным образом специфическими условиями Нью-Йорка — очень высокой стоимостью земельных участков.

Почти все тупиковые станции размещены вблизи центральных районов города, что очень удобно для пассажиров, и в большинстве случаев (Рим-Термини, Париж-Монпарнас, Лондон-Эстон и др.) переустраиваются с сохранением тупиковой схемы. Однако имеются случаи радикальных решений с реконструкцией тупиковых станций в сквозные (например, станций Брюссель-Северный и Брюссель-Южный при сооружении диаметра) или с устройством сквозного подземного выхода только для пригородных поездов (Мюнхен-Главный, Штутгарт и др.). В ФРГ тупиковые станции Гейдельберг, Брауншвейг, Людвигсгафен и Кемптен заменены сквозными, построенными на новом месте для более удобного пропуска транзитных поездов.

27.2. Пассажирские технические станции

Анализ схем крупных пассажирских технических станций США и европейских стран показал, что они имеют существенные различия в части размещения основных устройств, специализации парков и их оборудования.

Для пассажирских технических станций (ПТС) США (Сонни-сайд, Цинцинатти, Чикаго и др.) характерно сосредоточение всех основных операций по обработке составов в одном-двух парках. В них уложены сети водопровода, воздухопровода, энергоснабжения и канализации, между путями имеются низкие платформы или дорожки с твердым покрытием, по которым подвозят все необходимое для ремонта и экипировки вагонов. Снаружи составы обмывают на стационарных вагонмоечных установках, а при небольшом количестве составов применяют передвижные вагонмоечные машины.

На некоторых станциях составы, во избежание их переформирования, вызываемого переменой направления движения, поступают на ПТС по петлевому подходу. В качестве примера такой станции

может служить ПТС Нью-Йоркского узла Соннисайд, расположенная в 7 км от пассажирской станции. Все основные операции по обработке пассажирских составов сосредоточены в одном парке, имеющем более 60 путей. Парк разбит на отдельные группы путей, специализированные по категориям составов поездов: для экипировки и отстоя вагонов; для операций с составами, имеющими небольшую стоянку; для экипировки и отстоя других пассажирских составов и вагонов. Несколько путей выделено для приема и отправления ускоренных грузовых поездов и два — для стоянки вагонов-ресторанов.

Благоприятные климатические условия позволяют обрабатывать составы на открытых путях. В связи с тем что парки оборудованы всеми необходимыми сетями, исключается перестановка составов в процессе обработки, однако требуются значительные затраты на оборудование парковых путей.

Для многих крупных ПТС в странах Западной Европы (Великобритании, Франции, Германии и др.) характерно наличие нескольких парков, специализированных по операциям.

Так, например, крупная пассажирская техническая станция Урк в Парижском узле разделена на 8 парков. Парки приема — основной и дополнительный (для составов меньшей длины) — оборудованы смотровыми канавами. В экипировочном парке (на канавах) выполняют очистку и экипировку вагонов, в том числе вагонов-ресторанов, устраняют неисправности. Во втором экипировочном парке обслуживают составы пригородных и некоторых дальних поездов.

Существенное влияние на французские ПТС оказало развитие высокоскоростного движения и необходимость обработки поездов TGV. Например, французская ПТС Ланди, расположенная примерно в 3,5 км от станции Париж-Северный, имеет парк приема, два парка отстоя и парк очистки и текущего содержания. Меньшее число парков позволяет избавиться от дополнительных перестановок составов и в связи с этим — потерь времени и излишних затрат маневровых средств.

На станции имеется мобильная система снабжения локомотивов песком, смонтированная на электрокарах, которые перемещаются по ее территории непосредственно к поездам. Хотя это связано с большими затратами времени, но обходится относительно дешево;

при этом уделено внимание разработке оптимальной схемы движения электрокаров, выбору их числа и определению требуемого объема песка.

Особенностью крупных пассажирских технических станций Франции является наличие смотровых канав и в парке приема, и в ремонтно-экипировочном парке. На ПТС высокоскоростных линий предусматриваются пути для установки двух составов.

ПТС Руммельсбург в Германии построена в 1998 г. для обслуживания прибывающих в Берлин высокоскоростных поездов ICE. Работа на станции ведется в четыре смены, обеспечивая ежедневное обслуживание 52 поездов. На обработку поезда ICE1 уходит 80 мин, при этом он проходит через пункт ультразвуковой диагностики, пункт обмывки и цех технического осмотра, уборки и экипировки. Поезд ICE2 (одна секция) вдвое короче и обслуживается за 40 мин. Но, так как в Берлин, как правило, приходят составы из двух секций поездов ICE2, общие затраты времени на них составляют те же 80 мин.

ПТС Темпл-Миллс в Великобритании, открытая в октябре 2007 г., размещена на одной площадке с пассажирской станцией Стратфорд-Международный. К депо приписан британский парк высокоскоростных электропоездов Eurostar. Основной производственный корпус депо Темпл-Миллс имеет длину 435, ширину 54 и высоту 12 м, оснащен шестью мостовыми подъемными кранами и рассчитан на одновременное обслуживание до восьми полноставных поездов без необходимости в их расцепке. Рядом с этим корпусом находится цех подъемочного ремонта с четырьмя путями, оснащенный подпольным колесотокарным станком и устройствами для выкатки и замены тележек. Общая длина путей на территории станции равна примерно 16 км.

Подводя итоги, можно отметить, что современные тенденции развития ПТС и технологии их работы на железных дорогах зарубежных стран в основном совпадают с направлениями реконструкции, принятыми для таких станций в России.

Зарубежный опыт показывает, что при реконструкции ПТС наряду с механизацией работ по ремонту и экипировке пассажирских составов, необходимо большое внимание обращать на усовершенствование стационарных вагонмоечных машин.

27.3. Мировые тенденции развития железнодорожных вокзальных комплексов

Основной тенденцией развития зарубежных железнодорожных вокзалов является преобразование традиционных вокзалов в терминалы, обеспечивающие взаимодействие различных видов транспорта на всех территориальных уровнях. Кроме обеспечения всеми необходимыми транспортными услугами пассажиров, терминалы выполняют также функции бизнес-центров и торгово-развлекательных центров (железнодорожные вокзалы в Берлине, Сеуле, Пекине, Кембридже и т.д.). Широко распространенной практикой является интеграция железнодорожного транспорта с системой городского метро путем размещения платформ метро внутри вокзала.

В настоящее время вокзалы все больше выполняют для города презентационную роль, а их основными функциями становятся:

- совершенствование инфраструктуры города;
- повышение транспортной доступности;
- ликвидация конфликта между транспортом и городской средой;
- повышение качества жизни городского населения.

Происходит вовлечение вокзалов в проекты комплексного развития привокзальных территорий, что обусловлено значительными размерами территории, занимаемой вокзалами, и их нахождением в центральной части города, где, как правило, существует дефицит свободных площадей.

Общемировой тенденцией управления вокзалами является увеличение доли частных операторов железнодорожных вокзальных комплексов.

Реконструкция и развитие железнодорожных вокзальных комплексов за рубежом обычно проходит по вертикали или горизонтали и предполагает:

- строительство дополнительных отдельно стоящих объектов;
- пристройку к существующим зданиям, сооружениям;
- пристройку с наземными, подземными переходами, галереями, подземными вестибюлями и т.п.;
- надстройку существующих зданий железнодорожного вокзала;
- постройку подземных этажей;
- удлинение платформ и т.п.

В зарубежной практике управления вокзальными комплексами одним из основных факторов, влияющих на оптимальную организацию коммерческой деятельности на железнодорожных вокзалах, считается правильная организация пространства. Площади вокзальных комплексов распределяются по назначению оказываемых услуг в соответствии со следующими принципами:

- кассовые зоны (совместно со справочными, информационными службами) располагаются на наиболее привлекательных с точки зрения близости к основным пассажиропотокам местах — вблизи входов в железнодорожные вокзальные комплексы;

- крупноформатные точки общественного питания располагаются в помещениях вдоль основных пассажиропотоков (в том числе и вблизи основного входа на железнодорожный вокзал, около входов на перроны), часто в одной зоне концентрируется несколько точек общественного питания с разными брендами (участок «фуд-корта»). В случае если железнодорожный вокзал имеет несколько этажей, точки общественного питания могут быть расположены на 2-м этаже или в подвальном этаже — если они предназначены для посетителей торговых площадей, расположенных на данных этажах.

Малоформатные торговые площади располагаются:

- на пути основных пассажиропотоков (например, у входов на железнодорожный вокзал, у входов на эскалаторы, в центре зала);

- вдоль направления основных пассажиропотоков (например, киоски у стен).

На привлекательных (с точки зрения близости к пассажиропотоку) площадях могут также располагаться зал ожидания, пункты по оказанию первой медицинской помощи, телефонные автоматы, автоматические фотокабины.

На менее привлекательных площадях располагаются обычно залы ожидания повышенной комфортности (для удаления их от шума пассажиропотока), камеры хранения (часто располагаемые в районе перронов).

Опыт развития железнодорожных вокзалов в таких странах, как Великобритания, Германия, США, Франция, Япония и многих других, свидетельствует об актуальности проблем перехода к использованию вокзалов в коммерческих целях и совершенствования набора услуг, напрямую не связанных с перевозочным процессом.

Контрольные вопросы

1. Какие особенности имеют пассажирские станции зарубежных дорог?
2. В чем причина размещения вокзалов на зарубежных пассажирских станциях над путями?
3. Каковы особенности пассажирских технических станций США?
4. В чем отличие ПТС на железных дорогах европейских стран от американских?
5. Назовите основные тенденции развития зарубежных железнодорожных вокзалов.
6. В чем заключается правильная организация пространства вокзалов?
7. Каковы принципы размещения на зарубежных вокзалах кассовых залов?

Раздел VI

ГРУЗОВЫЕ СТАНЦИИ

Глава 28. НАЗНАЧЕНИЕ ГРУЗОВЫХ СТАНЦИЙ, ИХ КЛАССИФИКАЦИЯ И РАЗМЕЩЕНИЕ НА СЕТИ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ

Грузовые станции (ГС) предназначены для массовой погрузки и выгрузки грузов, а также перегрузки их с одного вида транспорта на другой или из вагонов одной колеи в вагоны другой колеи.

Основное назначение грузовой железнодорожной станции состоит в выполнении грузовых и коммерческих операций с грузами и грузовыми вагонами, связанных с приемом к перевозке, взвешиванием, хранением, погрузкой, выгрузкой, сортировкой и выдачей грузов, переработкой контейнеров, оформлением перевозочных документов, формированием передаточных грузовых поездов и отправок маршрутов, производством маневровой работы по подаче вагонов на погрузочно-выгрузочные фронты и их уборке, а также с другими техническими операциями.

Грузовые станции, как правило, размещаются в крупных населенных пунктах и промышленных центрах. На этих станциях осуществляется взаимодействие железнодорожного транспорта с другими видами транспорта (автомобильным, водным, трубопроводным, промышленным), а также с железными дорогами колеи 1435 и 750 мм.

В зависимости от ведомственной принадлежности различают ГС общего пользования, находящиеся на сети железных дорог общего пользования, и станции, находящиеся на путях необщего пользования в ведении промышленных предприятий.

Грузовые станции общего пользования в зависимости от структуры перерабатываемых грузопотоков делятся:

- на *неспециализированные*, на которых осуществляют переработку тарноупаковочных, контейнерных, некоторых категорий нава-

лочных, тяжеловесных, длинномерных, колесных и других грузов, а также обслуживание путей необщего пользования (подъездных путей предприятий);

- специализированные, предназначенные для переработки отдельных видов грузов (контейнеров, тяжеловесов, минерально-строительных, лесных, зерновых, наливных и т.д.);

- перегрузочные, в том числе пограничные, на которых осуществляется перегрузка грузов из вагонов одной колеи в вагоны другой колеи;

- портовые, предназначенные для обслуживания морских и речных портов, а также паромных переправ.

По положению на сети железных дорог общего пользования грузовые станции могут быть *сквозного типа* (или проходными), расположенными на железнодорожных линиях, или *тупиковыми*, расположенными в конце железнодорожных линий или соединительных ветвей в узлах.

По взаимному расположению парков путей и грузового района различают станции с *последовательным, параллельным и комбинированным* расположением устройств.

С учетом требований благоустройства города грузовые станции следует располагать вне густонаселенных районов. Территория станции должна быть отделена зеленой зоной, обеспечивающей защиту от шума и пыли, образующихся при работе перегрузочных машин с насыпными и навалочными грузами. Ширина этой зоны должна быть не менее 75 м.

Контрольные вопросы

1. Для чего предназначены грузовые станции?
2. Как классифицируют грузовые станции по ведомственной принадлежности?
3. Какие грузы перерабатывают на неспециализированных станциях общего пользования?
4. Назовите примеры специализированных грузовых станций?
5. Для чего предназначены перегрузочные и портовые станции?
6. Как классифицируют грузовые станции по расположению на сети железных дорог?

Глава 29. ГРУЗОВЫЕ СТАНЦИИ ОБЩЕГО ПОЛЬЗОВАНИЯ И ОБСЛУЖИВАЮЩИЕ ПУТИ НЕОБЩЕГО ПОЛЬЗОВАНИЯ

29.1. Общие требования к грузовым станциям общего пользования, основные операции и устройства

Вновь сооружаемые грузовые станции общего пользования размещают на окраине города так, чтобы обеспечить:

- удобное соединение с сортировочной станцией по возможности без пересечения городских улиц (при неизбежности пересечений с магистральными улицами и шоссе сооружают развязки в разных уровнях);
- увязку с планировкой города, возможность развития станции и удобный подъезд автотранспорта;
- наименьшие инвестиции на сооружение станции, включая необходимые коммуникации.

Наиболее крупные грузовые станции общего пользования находятся в железнодорожных узлах, где перерабатываются местные и транзитные вагонопотоки. На этих станциях осуществляются технические операции по обработке поездов, составов и вагонов, а также коммерческие и грузовые операции, связанные с приемом, выдачей, переработкой, хранением и отправлением грузов.

К *техническим операциям* относятся: прием поездов; расформирование составов с сортировкой вагонов для подборки по фронтам погрузки и выгрузки грузов; подача вагонов в грузовой район (ГР) и расстановка их по грузовым фронтам; сборка и уборка вагонов с мест погрузки-выгрузки; формирование поездов и отправление их на сортировочную станцию или непосредственно в адрес станции получения груза.

Грузовые и коммерческие операции включают в себя: прием груза от отправителя; хранение груза; погрузку в вагоны; выгрузку из вагонов и погрузку на автотранспорт; выдачу груза получателю;

оформление документов на грузовые перевозки; сортировку, взвешивание и перевалку грузов; проверку условий погрузки и крепления грузов на открытом подвижном составе; сдачу вагонов под охрану.

Основной объем работы по погрузке и выгрузке грузов на этих станциях реализуется на территории грузового района.

Если сортировочная станция, обслуживающая грузовую станцию, имеет достаточное число сортировочных путей или специальный группировочный парк, то передачи с вагонами, следующими под погрузку, целесообразно подбирать по группам — к складам, контейнерным площадкам, на железнодорожные пути необщего пользования и т.д. Тогда маневровая работа на грузовой станции с прибывшими вагонами будет заключаться главным образом в расстановке вагонов у фронтов выгрузки с частичной группировкой их по отдельным точкам. В настоящее время составы большей частью прибывают с сортировочной станции без подборки по группам и на грузовой станции подвергаются детальной сортировке по пунктам выгрузки. При маневровой работе на грузовой станции применяют передовые методы, обеспечивающие подборку в процессе формирования груженых вагонов по точкам выгрузки и порожних вагонов по фронтам погрузки.

Четкая работа грузовой станции по выгрузке вагонов организуется на основе предварительной информации с сортировочной станции о подходе вагонов и их назначении, которая используется для планирования работы, определения сроков подачи вагонов под погрузку, извещения крупных грузополучателей о сроках подачи вагонов.

На грузовых станциях общего пользования (см. рис. 29.1) имеются две основные группы устройств:

— пути и устройства, обеспечивающие выполнение технических операций, включающих прием и отправление поездов, а также сортировку вагонов. К этой группе относятся приемо-отправочные и сортировочные пути, сортировочные устройства (вытяжные пути или горки малой мощности), станционные технологические центры и другие служебные здания, пункты технического обслуживания вагонов, устройства СЦБ, связи и др.;

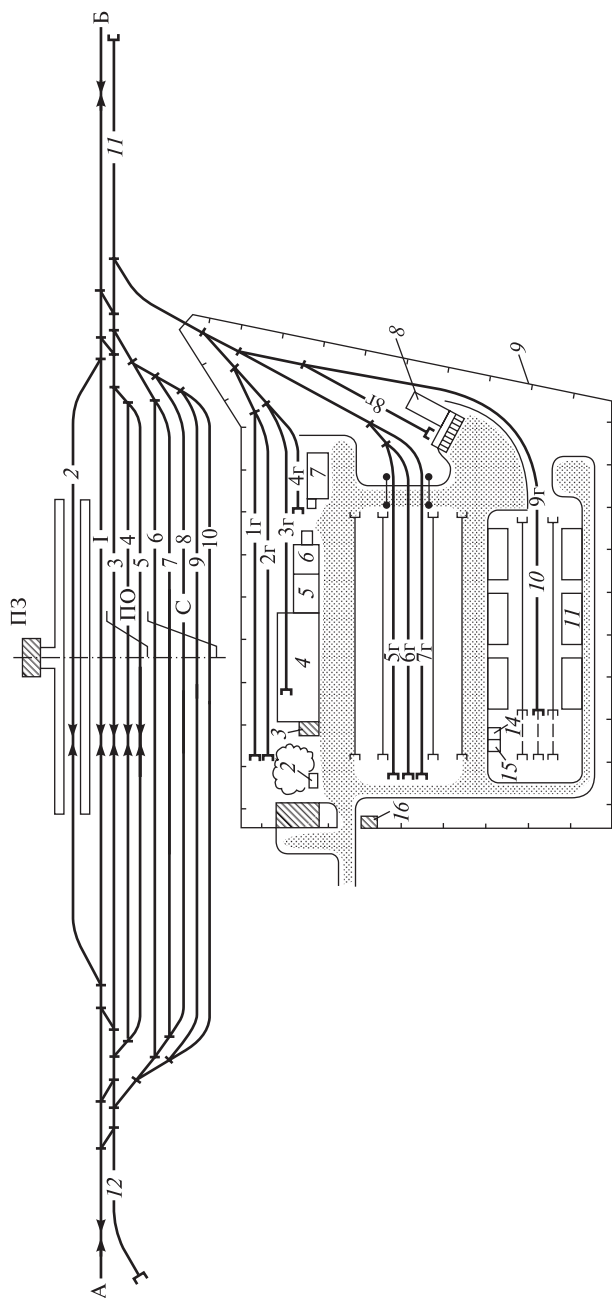


Рис. 29.1 Схема грузовой станции общего пользования:

ПЗ — пассажирское здание; ПО — приемо-отправочный парк; С — сортировочный парк; 1 — административно-бытовое здание грузового района; 2 — трансформаторная; 3 — зарядная для аккумуляторных погрузчиков; 4 — крытый грузовой склад; 5 — крытая грузовая платформа; 6 — открытая грузовая платформа; 7 — крытая перегрузочная платформа; 8 — платформа для выгрузки колесных грузов; 9 — забор; 10 — повышенный путь для выгрузки навалочных грузов; 11 — штабеля навалочных грузов; 12 — площадка для тяжелых складов; 13 — площадка для контейнеров; 14 — служебно-техническое здание для работников открытых складов; 15 — гараж для автомобилей; 16 — контрольно-пропускной пункт;

— собственно грузовые устройства в составе грузового района, включающие грузовые склады, площадки, автоподъезды, средства механизации погрузочно-разгрузочных работ и другие устройства.

Административно-служебные здания, станционный технологический центр (СТЦ), подразделения агентства фирменного транспортного обслуживания (АФТО) и пункты технического обслуживания вагонов размещают с учетом удобства для работников станции. СТЦ располагается вблизи основного маневрового района, недалеко от грузового района, где имеется информационное бюро, оборудованное современными средствами связи.

Для частичной экипировки маневровых, а иногда и передаточных локомотивов на станциях могут быть предусмотрены стационарные устройства или специальные вагоны для снабжения локомотивов песком и топливом. Для осмотра и ремонта вагонов предусматривают пункт технического обслуживания (ПТО), а при значительном грузообороте сооружают пункт отцепочного ремонта вагонов, который включает один-два ремонтных пути длиной 70—100 м, оборудованных смотровыми площадками, воздуховодом, устройствами энергоснабжения, подъемными механизмами и размещается параллельно путям сортировочного парка.

Грузовые станции оборудуют оперативной, технологической и информационной связью.

На крупных станциях путевое развитие состоит из приемо-отправочных, сортировочных, сортировочно-отправочных, погрузочно-разгрузочных, выставочных, весовых, соединительных и ходовых путей. Приемо-отправочные пути используются для приема и отправления поездов (передач). На сортировочных путях производятся сортировка и накопление вагонов по фронтам погрузки-выгрузки, формирование подач по фронтам, а также поездов и передач в адрес сортировочной станции или на линию. Путевое развитие на таких станциях представлено, как правило, тремя самостоятельными парками: приемо-отправочным, сортировочным и сортировочно-отправочным. Парки располагают параллельно или последовательно (в зависимости от местных условий), а грузовой район — последовательно или параллельно комплексу парков.

Для станций с малым объемом грузовой работы характерно наличие объединенного парка путей и параллельное расположение тупикового грузового района по отношению к объединенному парку.

29.2. Путевое развитие грузовых станций

Число приемо-отправочных путей на грузовой станции должно обеспечивать беспрепятственный прием прибывающих поездов всех категорий: вывозных, передаточных и отправительских маршрутов.

Например, для грузовой станции, обслуживающей передаточные поезда с соседней сортировочной станции, при небольших объемах работы достаточно иметь один путь приема (кроме ходового). В случае прибытия передаточных поездов с двух направлений при достаточном обосновании возможна укладка второго приемного пути. Число путей для отправления может быть принято равным числу назначений по плану формирования поездов. При отвлении в сутки более 12—15 передаточных поездов требуется два пути.

Число путей на грузовой станции сквозного типа для приема и отправления транзитных поездов может быть установлено:

- для станций, расположенных в узле, — по нормам для промежуточных станций;
- для станций, расположенных на магистральных линиях, осуществляющих переработку транзитного вагонопотока, — по нормам для участковых станций.

Путевое развитие в объединенном приемо-отправочном парке устанавливается суммированием числа приемо-отправочных путей, полученного для каждой категории поездов.

Число дополнительных приемо-отправочных путей для маршрутных и других поездов, поступающих на станцию с сети железных дорог общего пользования под погрузку или выгрузку на железнодорожные пути необщего пользования, следует принимать по табл. 29.1.

Во всех случаях на грузовой станции должно быть не менее трех приемо-отправочных путей и одного ходового пути для локомотивов.

На существующих станциях наблюдается наличие значительного количества коротких приемо-отправочных путей, что объясняется историей возникновения и развития этих станций, а также небольшой длиной передаточных поездов, обращающихся между сортировочной станцией и грузовыми станциями. Короткие пути приемо-отправочного парка используются, в основном, для передаточного движения в узлах.

Таблица 29.1

Число дополнительных приемо-отправочных путей на грузовой станции для маршрутных поездов, поступающих на железнодорожные пути необщего пользования

Назначение путей	Число приемо-отправочных путей при среднесуточном числе поездов одного направления	
	До 8	8—12
Прием или отправление маршрутных поездов:		
без деления маршрута на части	1	1
с делением на 2-3 части	1—2	2
Прием и отправление сборных и участковых поездов	1—2	2

Примечания. 1. При двух и более примыканиях железнодорожных путей необщего пользования количество путей следует увеличить на один путь.

2. При обслуживании железнодорожных путей необщего пользования локомотивом ветвевладельца на станции предусматривается дополнительный ходовой путь.

Полезная длина приемо-отправочных путей должна соответствовать норме, принятой на данном железнодорожном направлении с удлинением в случае необходимости существующих путей станции. При проектировании новых станций наиболее целесообразно использование приемо-отправочных путей полезной длиной до 1000—1200 м.

Общее количество путей в сортировочном парке определяется суммированием потребного их числа для выполнения основных операций. Например, для расформирования передач число сортировочных путей должно быть не менее числа маневровых районов. Для каждого грузового пункта с ежесуточным прибытием (не в маршруте) под выгрузку свыше 25 вагонов необходимо выделение отдельного сортировочного пути.

Ориентировочное число сортировочных путей для подборки вагонов по местам погрузки-выгрузки общего пользования (при использовании горки малой мощности) может быть определено по табл. 29.2. Число сортировочно-отправочных путей для формирования и отправления поездов может быть установлено по нормам для сортировочных станций.

Таблица 29.2

Число сортировочных путей для подборки вагонов по местам погрузки-выгрузки

Суточный вагонопоток, ваг/сут	Число сортировочных путей при общем числе назначений вагонов на станции					
	3	4	5	6	7	8
До 50	2	3	3	4	4	5
75	2	3	4	5	5	6
100	3	4	5	6	6	7
125 и более	3	4	5	6	7	8

На грузовых станциях, к которым примыкают пути необщего пользования, число дополнительных сортировочных путей для накопления вагонов в адрес промышленных станций, маневровых районов, обособленно расположенных грузовых фронтов рекомендуется принимать по одному пути на 50—100 вагонов каждого формируемого назначения в сутки. При меньшем числе вагонов на назначение необходимо предусматривать неспециализированные сортировочные пути (пути со скользящей специализацией) из расчета один путь на каждые 25—50 вагонов в сутки.

При размещении грузовых фронтов на промышленных предприятиях на удалении друг от друга целесообразно выделять один путь из расчета поступления на назначение не менее 20 вагонов в сутки.

На существующих грузовых станциях наиболее часто полезная длина сортировочных путей варьируется от 300 до 500 м, а сортировочно-отправочных — 700—900 м. Число сортировочных путей на таких станциях, как правило, составляет от 3 до 8.

Полезная длина сортировочных путей принимается равной длине формируемых поездов (в трудных условиях — равной половине длины поезда) или группы вагонов, увеличенной не менее чем на 10 %. При накоплении вагонов на целый состав их длина должна быть не менее нормы длины приемо-отправочных путей.

Полезная длина сортировочных путей для подборки вагонов по грузовым фронтам грузового района и другим погрузочно-выгрузочным пунктам устанавливается с учетом длины максимальной подачи, увеличенной на 10 %, но не менее 300 м.

На отдельных грузовых станциях со значительным объемом работ предусматриваются группировочные пути.

На грузовой станции для приема и отправления передаточных поездов в ряде случаев следует предусматривать устройство выставочных путей, количество которых определяется в зависимости от вагонопотока и условий его переработки, числа примыкающих подъездных путей, их плана и профиля из расчета — один путь на 6 пар поездов (передач). Таких путей должно быть не менее двух. Полезная длина выставочных путей принимается стандартной, установленной для данной линии, или по максимальной длине передаточного поезда, увеличенной на 10 %, но не менее 300 м.

При удаленном расположении грузового района от путей станции выставочные пути следует располагать в грузовом районе. Если же расстояние до грузового района невелико и время на подачу (уборку) вагонов на его территорию не превышает 0,5 ч (кроме вагонов с ценными грузами), то выставочный парк можно располагать на грузовой станции в непосредственной близости к сортировочному парку.

Минимальное число выставочных путей должно быть равно числу маневровых районов, а наибольшее — не должно превышать число назначений подач.

В качестве сортировочных устройств на грузовых станциях используются вытяжные пути со стрелочной улице на уклоне, вытяжные пути специального профиля или горки малой мощности. Вытяжные пути со стрелочной улицей на уклоне применяются при переработке до 100 вагонов в сутки и наличии до 4 пунктов погрузки-выгрузки; вытяжные пути специального профиля — при объеме сортировки 250 вагонов в сутки и наличии более 4 пунктов для выполнения грузовых операций; горка малой мощности — при объеме переработки более 250 вагонов в сутки.

Полезную длину вытяжных путей устанавливают из расчета размещения на них поезда полной длины. В трудных условиях полезная длина вытяжных путей должна быть не менее половины длины поезда.

29.3. Основные схемы грузовых станций общего пользования

Компоновка и взаимное размещение основных устройств грузовой станции (приемо-отправочного и сортировочного парков, грузового района) должны обеспечить наибольшую поточность пере-

движения вагонов, безопасность движения поездов и производства маневровой работы. Кроме того, необходимо сосредоточить маневровую работу, связанную с расформированием передач и подборкой по грузовым пунктам, по возможности на одном сортировочном устройстве, и экономно использовать территорию станции.

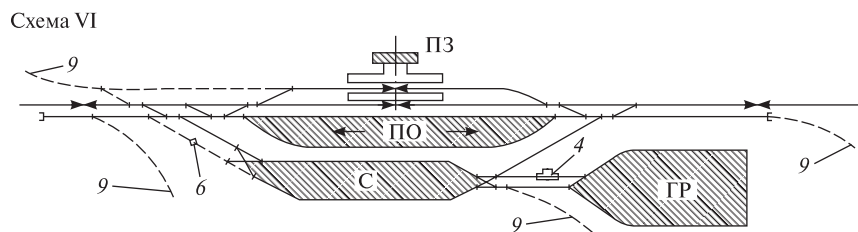
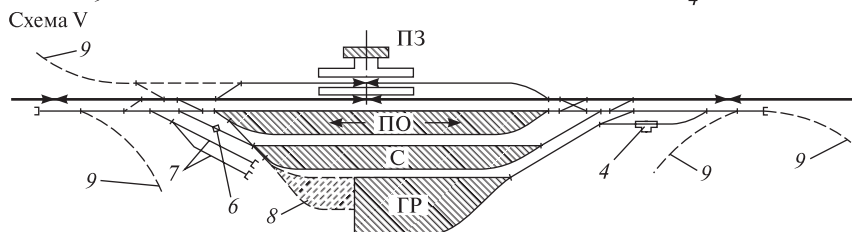
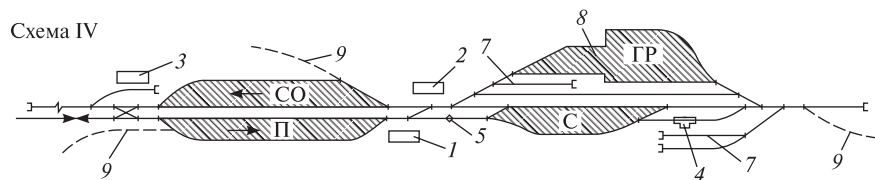
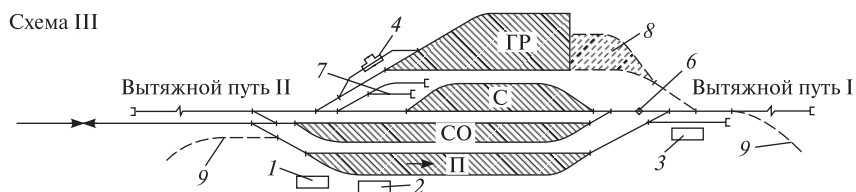
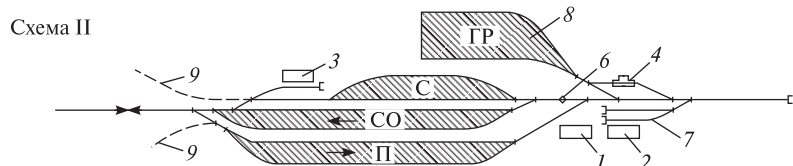
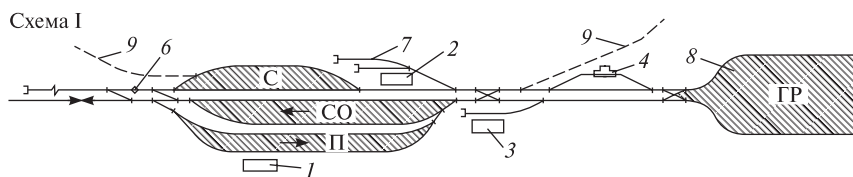
Поэтому схемы станций, взаимное расположение и конфигурация парков путей зависят от размеров и характера работы, конфигурации отводимой площадки, размещения предприятий, подъездные пути которых примыкают к станции, планировки города, а также схемы грузового района. При небольших объемах местной работы (до 100—150 вагонов в сутки) допускается проектирование грузовых станций с параллельным или последовательным расположением парков и параллельным размещением грузового района.

Тупиковые грузовые станции с параллельным расположением основных парков (приема, сортировочного и сортировочно-отправочного) могут иметь грузовой район, размещенный последовательно или параллельно станции. При последовательном расположении грузового района обеспечивается поточность движения вагонов при их подаче и уборке. Но такие схемы имеют ряд недостатков: не обеспечивается одновременность сортировки вагонов и их подачи; увеличивается пробег локомотивов при следовании их из грузового района в сортировочный парк; перегружается входная горловина станции за счет концентрации в ней операций по приему, отправлению, расформированию и формированию поездов (передач). Такие схемы рекомендуются при узкой длинной станционной площадке и небольшом объеме работы.

Станции сквозного типа применяются на магистральных линиях и в крупных железнодорожных узлах. В отличие от тупиковых станций на них осуществляется пропуск транзитных поездов, а в некоторых случаях — расформирование и формирование сборных и маршрутных поездов.

Типовые схемы грузовых станций общего пользования приведены на рис. 29.2, каждая из них имеет свои особенности при выполнении технологических операций.

Для схемы I характерны поточность передвижений составов и минимальные затраты времени на выполнение подачи и уборки вагонов. Недостатками схемы являются сосредоточение операций по приему, отправлению и расформированию составов прибывших



поездов в одном районе станции, а также большая потребная длина станционной площадки.

В схеме II прием и отправление поездов сосредоточены в одной горловине, а расформирование составов и маневровые операции по подаче-уборке вагонов сосредоточены на вытяжном пути в другой горловине, что очень удобно для совмещения операций по расформированию и подаче вагонов к пунктам грузовой работы. Район маневровых операций удален от горловины, в которой осуществляется прием и отправление поездов. Эту схему можно применять только в тех случаях, когда для расформирования составов и подачи-уборки вагонов в грузовой район достаточно иметь один маневровый локомотив.

В схеме III расформирование составов ведется в одном конце сортировочного парка на вытяжном пути I, а подача вагонов в грузовой район и уборка их оттуда — с другого конца через вытяжной путь II. Такое рассредоточение маневровой работы на два района целесообразно при значительных размерах переработки, когда на станции необходимо иметь два маневровых локомотива. Если грузовой район будет комбинированного типа, то вагоны с его сквозных путей будут убирать через вытяжной путь I. И таким образом, в этой схеме операции по приему-отправлению поездов, расформированию составов и подаче вагонов в грузовой район могут выполняться параллельно, что является существенным достоинством схемы. Во всех случаях, когда грузовой район размещен параллельно паркам грузовой станции, пробеги вагонов при их подаче (уборке) к пунктам грузовой работы будут больше, чем в схеме I. Кроме того, потребуется хотя и короткая, но более широкая станционная площадка, чем в схеме I.

Схема IV существенно отличается от предыдущих схем тем, что в ней между последовательно расположенными парками приема и



Рис. 29.2. Типовые схемы грузовых станций:

П — парк приема; ПО — приемо-отправочный парк; СО — сортировочно-отправочный парк; С — сортировочный парк; ГР — грузовой район; 1 — станционное здание; 2 — пункт технического обслуживания; 3 — экипировочные устройства для локомотивов; 4 — вагонные весы; 5 и 6 — горка малой мощности или полугорка; 7 — пути ремонта вагонов; 8 — сквозные пути грузового района; 9 — места возможного примыкания путей необщего пользования

сортировки имеется горка малой мощности. Вагоны подаются из сортировочного парка в грузовой район через вытяжной путь, а убираются на пути сортировочно-отправочного парка. Достоинство этой схемы заключается в разделении операций и поточности переработки вагонов, что обеспечивает высокую перерабатывающую способность станции. Однако при сооружении станций по этой схеме необходимо иметь площадку большей длины; соответственно возникают и дополнительные расходы. Поэтому применять такую схему можно лишь в исключительных случаях при больших размерах работы.

Из схем грузовых станций сквозного типа основной является схема V, в которой парки и грузовой район размещаются параллельно. Порядок обслуживания грузового района в этой схеме такой же, как и в схеме III. Расформирование прибывших поездов и подача вагонов в грузовой район производится с разных вытяжных путей.

Схема VI отличается от схемы V в основном тем, что грузовой район размещается не параллельно, а последовательно по отношению к сортировочному парку, что обеспечивает минимальные пробеги вагонов при подаче в грузовой район.

В зависимости от объема работы на грузовой станции могут сооружаться отдельные парки приема, сортировочно-отправочные или сортировочные парки. На грузовой станции сквозного типа, где в общем сортировочном парке имеются не только короткие пути для сортировки по пунктам выгрузки прибывших вагонов, но и длинные для накопления вагонов по назначениям плана формирования, целесообразно устраивать два парка (приемо-отправочный и сортировочный). На станциях тупикового типа, формирующих лишь поезда на сортировочную станцию, можно объединить в одном приемо-отправочном парке пути приема и сортировочно-отправочные. При небольших объемах работы схемы тупиковых станций I — III можно еще более упростить, объединив приемоотправочные и сортировочные пути в одном парке.

Промышленные предприятия, в адрес которых прибывают или с которых отправляются маршруты, необходимо примыкать к горловине станции так, чтобы обеспечивались: непосредственный выход с предприятия на пути приемо-отправочного парка, одновременный прием поездов или передач с подъездного пути предприятия

и отправление или прием поездов с главной линии и производство маневровой работы.

При удаленном нахождении группы путей необщего пользования для сокращения пробегов маневрового локомотива вблизи нее может укладываться районный парк из коротких путей для подборки и расстановки вагонов по пунктам погрузки-выгрузки.

Новые грузовые станции в крупных транспортных узлах рекомендуется проектировать, как правило, сквозного типа с последовательным расположением парков приема и сортировки и с параллельным или последовательным расположением грузового района.

Выбор схемы грузовой станции осуществляется на основе технико-экономического сравнения вариантов с учетом рационального размещения всех ее устройств и удобной транспортной связи с тяготеющими промышленными предприятиями и населенными пунктами.

29.4. Грузовые районы

Одним из основных устройств грузовых станций являются грузовые районы, которые в зависимости от объема и характера работы бывают двух видов: неспециализированные (общего типа), предназначенные для переработки нескольких видов грузов, и специализированные — для переработки отдельных грузов.

Для *грузовых районов общего типа* характерно наличие крытых складов для тарноупаковочных грузов и мелких отправок, открытых площадок для контейнеров, тяжеловесных грузов, лесоматериалов, минерально-строительных и угля. *Специализированные грузовые районы* предназначены лишь для некоторых грузов, например для штучных грузов и контейнеров или лесных грузов и контейнеров.

Техническое оснащение грузовых районов определяется характером, объемом работы, родом перерабатываемых грузов и видом их упаковки. В пределах грузовой станции целесообразно проектировать, как правило, один грузовой район с площадками, специализированными для переработки однородных грузов и обслуживаемыми, по возможности, одними и теми же или однотипными погрузочно-разгрузочными машинами и механизмами.

Грузовой район имеет соответствующее путевое развитие и объекты грузового хозяйства:

- крытые и открытые склады и платформы;

- площадки для среднетоннажных и крупнотоннажных контейнеров, тяжеловесных, длинномерных, лесных и других грузов;
- эстакады, повышенные пути, платформы и площадки для выгрузки навалочных грузов;
- платформы и площадки для выгрузки колесной техники или для непосредственной перегрузки грузов по схеме «вагон — автомобиль»;
- служебно-технические здания с бытовыми помещениями;
- помещения для ведомственной охраны и работников открытых складов;
- устройства, обеспечивающие техническое содержание и бесперебойную работу погрузочно-выгрузочных машин и механизмов, гаражи, зарядные станции или пункты, ремонтные мастерские, склады горючих и смазочных материалов и др.);
- вагонные и автомобильные весы.

Особое значение имеет место размещения и общая планировка грузового района, его взаимосвязь со станционными парками. Грузовой район следует проектировать как составную часть станции: путевое развитие, здания, сооружения и устройства грузового хозяйства должны соответствовать планируемому объему грузовой работы и учитывать перспективы их развития.

В зависимости от объема работы в грузовом районе могут выделяться погрузочно-выгрузочные места или специализированные площадки для тарно-штучных грузов, контейнеров, навалочных грузов, причем взаимное расположение мест погрузки, выгрузки и сортировки грузов должно обеспечивать возможность перемещения погрузочно-выгрузочных машин с одного склада на другой.

В служебно-техническом здании, располагаемом, как правило, у въезда на территорию грузового района, размещаются помещения начальника станции, грузового диспетчера, работников агентства фирменного транспортного обслуживания.

Расположение грузового района должно обеспечивать: удобное сообщение с ближайшими населенными пунктами, промышленными и сельскохозяйственными предприятиями; свободный подъезд транспортных средств к складским помещениям; удобную стоянку транспортных средств при погрузочно-выгрузочных операциях.

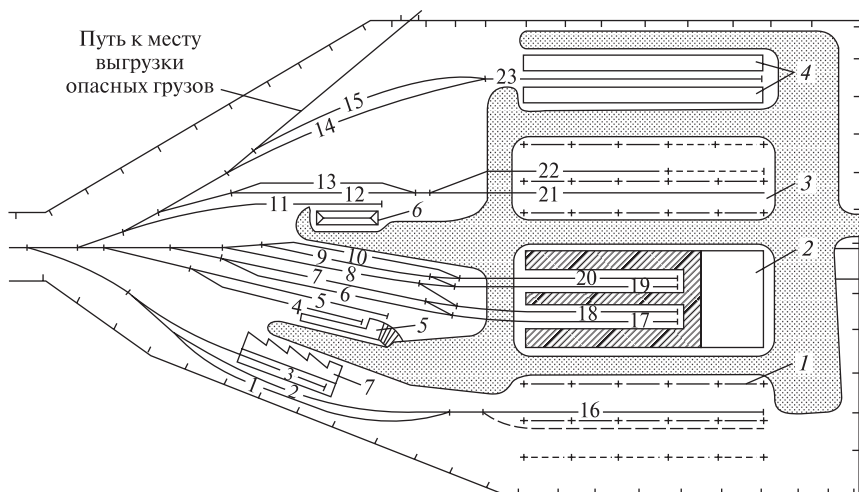
Путевое развитие грузового района устанавливается на основе комплексных расчетов технического оснащения, входящих в него грузовых фронтов.

Вновь строящиеся крупные грузовые районы, как правило, рекомендуется проектировать по схемам тупикового типа (см. рис. 29.3). В обоснованных случаях и при объеме грузовой работы 150—200 вагонов в сутки целесообразно использовать схему ГР комбинированного типа (см. рис. 29.4), в которой часть путей проектируется сквозными, а часть — тупиковыми. Грузовые районы, у которых все пути являются сквозными, практически не применяются. Достоинством грузовых районов тупикового типа является изоляция подъезда автомобилей к складам от маневровой работы по подаче и уборке вагонов.

Схема грузового района комбинированного типа, приведенная на рис. 29.4, отличается тем, что большинство погрузочно-выгрузочных путей у площадок для контейнеров, тяжеловесных и навалочных грузов являются сквозными. В этой схеме вагоны на пути грузового района можно подавать с одной стороны, а убирать со сквозных путей в другую, что обеспечивает поточность продвижения вагонов и меньшие перерывы в работе погрузочно-выгрузочных машин. Но при сквозных путях ухудшаются условия работы автотранспорта в пределах грузового района, требуется дополнительная территория и существенно возрастают строительные затраты. Поэтому сквозные пути могут устраиваться только в крупных грузовых районах, если подача и уборка вагонов через одну горловину ограничивают перерабатывающую способность грузового района или экономия от сокращения простоев механизмов при поточном продвижении вагонов на сквозных путях оправдывают дополнительные строительные и эксплуатационные затраты.

При значительном удалении грузового района от путей станции в нем допускается укладка выставочных путей. Общая полезная длина выставочных путей проектируется примерно равной удвоенной длине группы вагонов, одновременно подаваемой в грузовой район. Выставочные пути могут располагаться последовательно или параллельно погрузочно-выгрузочным путям. В зависимости от объемов работы выставочные пути могут размещаться перед каждым погрузочно-выгрузочным фронтом или может создаваться одна общая группа выставочных путей для грузового района в целом. Использование выставочных путей дает возможность существенно снизить перерывы в работе погрузочно-выгрузочных механизмов и более эффективно использовать фронты погрузки-выгрузки. Вместе

а



б

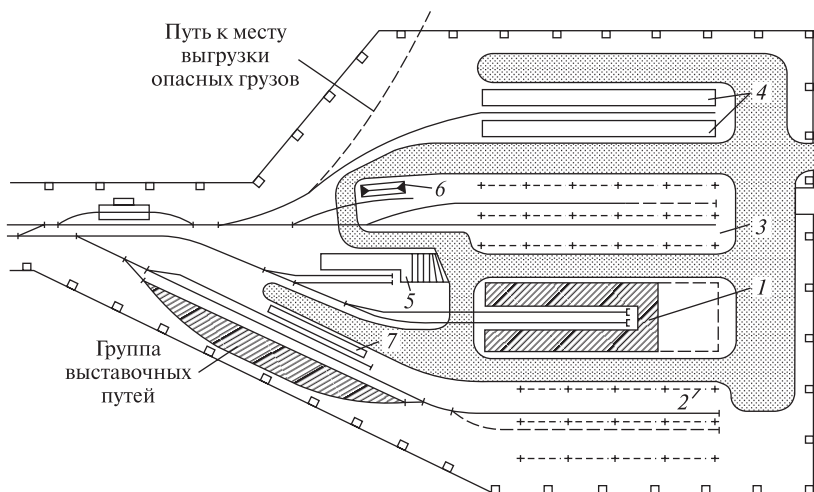


Рис. 29.3. Схемы грузовых районов тупикового типа новой станции:
 1 — крытый грузовой склад для тарных и штучных грузов; 2 — контейнерная площадка, оборудованная мостовым краном; 3 — площадка для тяжеловесных грузов, лесоматериалов и др.; 4 — площадка для навалочных грузов с повышенным путем; 5 — платформа для выгрузки самоходных единиц; 6 — склад вяжущих строительных материалов; 7 — платформа для непосредственной перегрузки (вагон-автомобиль)

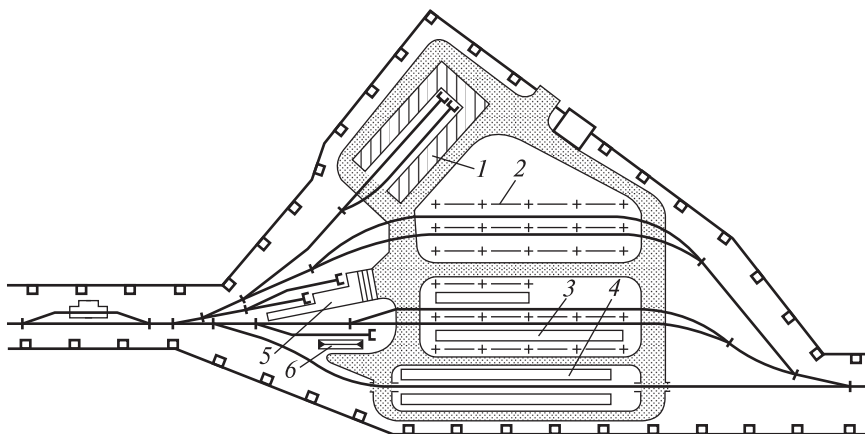


Рис. 29.4. Схема грузового района комбинированного типа:
(условные обозначения — см. рис. 29.3)

с тем укладка выставочных путей требует дополнительных затрат и вызывает удлинение горловины ГР, поэтому она может быть целесообразна только при больших размерах работы и, главным образом, для крытых складов с вводом путей внутрь.

Проектная производительность мест погрузки-выгрузки должна приниматься на основе выбора оптимальной их загрузки в пределах от 40 до 70 %, определяемой в зависимости от объема и характера грузовой работы, числа подач, стоимости простоя вагонов и погрузочно-выгрузочных механизмов. Погрузочно-выгрузочные пути у складов и платформ проектируются тупиковыми или сквозными. Взаимное расположение путей должно обеспечивать подачу и уборку вагонов без прекращения погрузочно-выгрузочных работ, производимых у соседних складов и площадок.

Весовой путь и вагонные весы проектируют в грузовом районе при наличии погрузки навалочных грузов; для обеспечения поточности движения вагонов весовой путь обычно располагается между сортировочным парком и грузовым районом или в стрелочной горловине путей ГР, ведущих к местам погрузки-выгрузки.

Весовой путь должен быть изолирован от путей пропуска локомотивов и вагонов, не требующих взвешивания.

Железнодорожный весовой путь, по которому подают вагоны на взвешивание, должен быть прямым и горизонтальным. Длина

прямого и горизонтального участка с каждой стороны рычажных механических весов должна быть не менее 20 м, а вагонных электронных весов — не менее 50 м. Зазоры в стыках рельсов платформы весов с рельсами примыкающих участков должны составлять 10—15 мм с каждой стороны рычажных механических весов и 2—4 мм — вагонных электронных весов.

Служебные помещения весовщиков сооружают по типовым проектам; площадь — не менее 16 м², и они должны располагаться в зоне прямой видимости платформы весов и взвешиваемых вагонов. Для вагонных электронных весов это расстояние должно быть не более 50 м.

Грузовые устройства проектируют на основе типовых решений (проектов), а складские помещения, как правило, из расчета краткосрочного хранения грузов. При отсутствии у грузовладельцев своих складских помещений и при их желании пользоваться складами общего пользования, на территории грузового района можно предусматривать отдельные склады для долгосрочного хранения клиентских грузов, учитывая увеличенные сроки их хранения при определении размеров складских помещений.

Для тарно-штучных грузов, требующих закрытого хранения, применяются одноэтажные крытые склады, которые оборудуются стеллажами, с внутренним или наружным расположением погрузочно-разгрузочных путей (см. рис. 29.5). Как правило, крытые склады имеют пролет величиной 18, 24 или 36 м. Одноэтажные склады с внутренним вводом погрузочно-выгрузочных путей допускается проектировать многопролетными. При недостаточных территориальных возможностях могут проектироваться высотные и многоэтажные склады с внутренним расположением путей. Высота складов устанавливается в пределах 12—16 м на основании характеристик, принятых в проекте подъемно-транспортных механизмов.

В складах, где объем сортировки транзитных мелких отправок грузов незначителен, следует проектировать одну или две грузовые платформы, с одним или двумя погрузочно-выгрузочными путями. При двух платформах одна из них должна быть предназначена для переработки тарных или штучных грузов, а другая — для переработки мелких отправок местных и транзитных грузов.

В складах с большим поступлением в сортировку транзитных мелких отправок грузов следует проектировать две крайние и од-

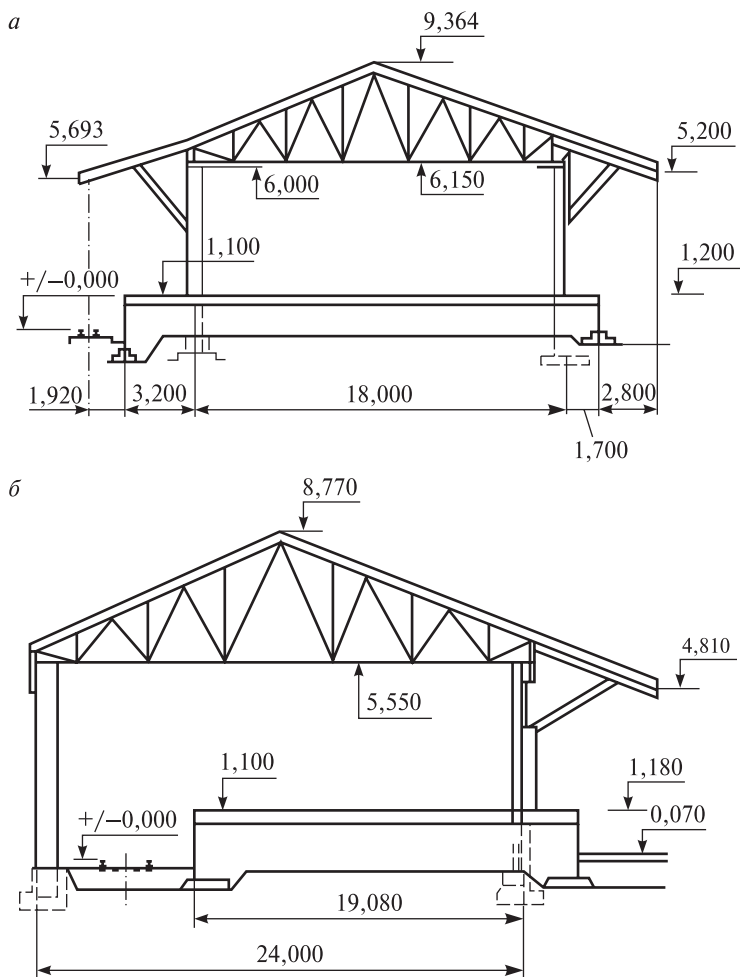


Рис. 29.5. Схема одноэтажного крытого склада с наружным (а) и внутренним (б) расположением погрузочно-разгрузочных путей

ну или две средние сортировочные платформы, при этом одну из крайних платформ следует отводить только для повагонных грузов, другую — для погрузки или выгрузки мелких отправок. При одной средней сортировочной платформе следует укладывать 3-4, а при двух платформах — 5-6 погрузочно-выгрузочных путей.

В зависимости от используемых средств механизации и автоматизации работ с тарными и штучными грузами могут применяться склады с электропогрузчиками (см. рис. 29.6) или автоматизированные склады со стеллажными кранами-штабелерами (см. рис. 29.7).

Механизированные склады с электропогрузчиками используют при небольших грузопотоках и незначительной потребной вместимости складов, автоматизированные склады со стеллажными кранами-штабелерами — при больших грузопотоках и большой потребной вместимости складов. Ширину крытых складов, крытых и открытых грузовых платформ принимают не менее 18 м. Ширина внешней ramпы у крытых складов должна обеспечивать работу погрузочно-выгрузочных машин и быть не менее 3 м со стороны железнодорожного пути и не менее 1,5 м со стороны автомобильного транспорта.

Длину склада определяют в зависимости от его потребной емкости и с учетом необходимой длины погрузочно-выгрузочного фронта, при этом длина склада с внутренним или наружным расположением путей должна быть, как правило, не более 300 м.

Потребность в складах для долгосрочного хранения грузов определяется на основе технико-экономических расчетов.

Длину контейнерных площадок устанавливают в зависимости от потребной емкости площадки, определяемой на основании прогно-

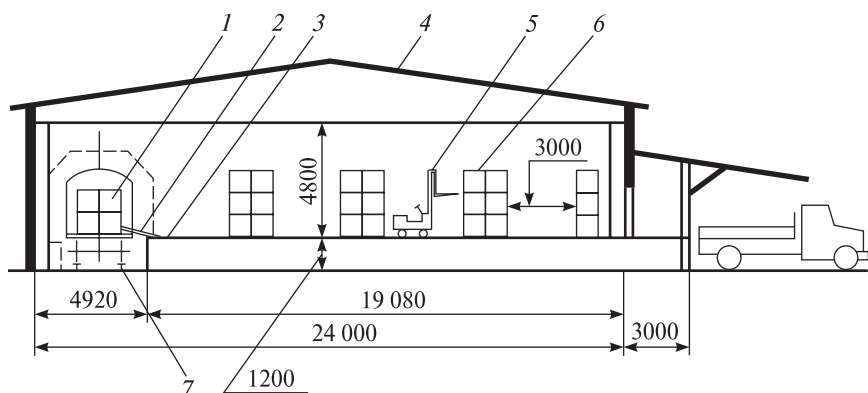


Рис. 29.6. Схема механизированного склада с электропогрузчиками: 1 — транспортный пакет; 2 — перекидной мостик; 3 — грузовая ramпа; 4 — складское здание; 5 — электропогрузчик; 6 — стеллажи трехъярусные клеточные; 7 — железнодорожный путь

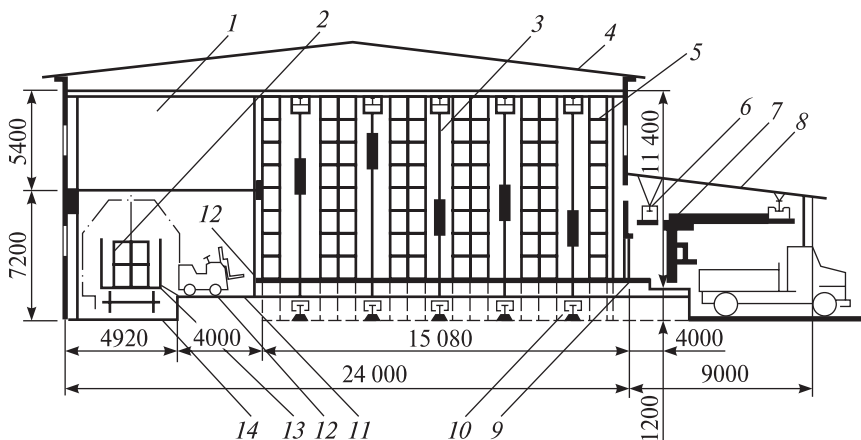


Рис. 29.7. Схема автоматизированного склада со стеллажными кранами-штабелерами:

1 — служебно-технические помещения; 2 — пакет груза; 3 — автоматический стеллажный кран-штабелер грузоподъемностью 1000 кг; 4 — складское здание; 5 — стеллаж клеточный; 6 — подкрановые пути для мостового манипулятора; 7 — мостовой кран-манипулятор для погрузки и разгрузки грузов с автомобилей; 8 — навес; 9 — конвейерная система для внутрискладских перемещений грузов; 10 — подкрановые пути для стеллажных кранов-штабелеров; 11 — грузовая рампа; 12 — электропогрузчик; 13 — мостик передвижной для въезда электропогрузчиков в вагон; 14 — железнодорожный путь

зируемых объемов и местных условий работы (соотношение между количеством местных и транзитных контейнеров, неравномерность завоза и вывоза контейнеров автотранспортом, доля контейнеров, перегружаемых без хранения на площадке, количество ярусов хранения крупнотоннажных контейнеров и другие условия). Емкость пунктов переработки крупнотоннажных контейнеров должна быть примерно равна четырехкратному расчетному суточному объему их перегрузки. Надлежит предусматривать места для размещения неисправных контейнеров и выполнения их текущего ремонта.

Контейнерные площадки проектируют либо специализированными (по прибытию или отправлению), либо совмещенными.

Пункты для переработки контейнеров оборудуют электрическими козловыми кранами с автоматизированными захватами (автостропами) для застропки и отстропки контейнеров (см. рис. 29.8).

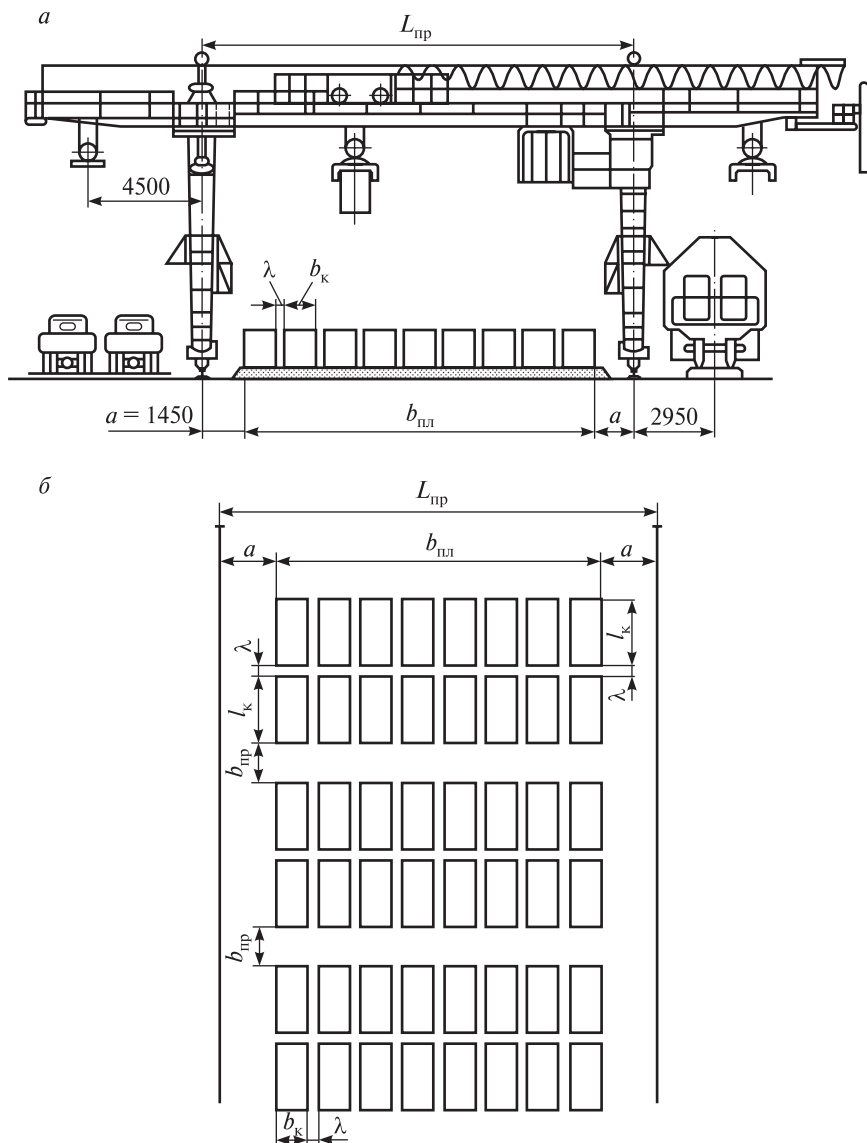


Рис. 29.8. Схема пункта переработки контейнеров: козловой кран (а); план размещения контейнеров на площадке(б):

$L_{пр}$ — пролет крана; a — расстояние от оси подкранового пути до места установки контейнеров; $b_{пл}$ — ширина площадки; λ — зазор между контейнерами; b_k , l_k — ширина и длина контейнера; $b_{пр}$ — ширина прохода между контейнерами

Могут также использоваться специальные погрузчики — ричстакеры на автомобильном ходу, имеющие телескопический захват.

Для переработки тяжеловесных грузов и лесоматериалов используются двойные параллельные площадки с 2-3 погрузочно-выгрузочными путями.

При небольших объемах переработки контейнеров, тяжеловесных грузов, лесоматериалов и других грузов площадки могут быть *одинарными* с одним погрузочно-разгрузочным путем, если общий объем переработки таких грузов в течение суток не будет превышать суточной производительности одного крана, или *двойными* параллельными с двумя путями.

Специализированные площадки для выгрузки насыпных (угля, нерудных материалов и т.д.) и других пылящих грузов располагают с учетом направления преобладающих ветров в данном районе с наветренной стороны на расстоянии не менее 50 м от складов тарных и штучных грузов и контейнерных пунктов. Вокруг них размещают зеленые насаждения.

На специализированных площадках для выгрузки угля, инертных минерально-строительных и других навалочных грузов из полувагонов предусматривается устройство повышенных путей (пути на насыпи высотой 3,0 м и более), а при значительных грузопотоках — эстакады с устройством пешеходных мостиков для прохода работников вдоль вагонов (см. рис. 29.9).

Повышенный путь и эстакады оборудуются комплексом погрузочно-разгрузочных механизмов, обеспечивающих механизированное открывание-закрывание люков полувагонов, очистку вагонов и путей от остатков грузов, погрузку грузов в автомобили, механизированную выгрузку с платформ, рыхление смерзшихся в полувагонах грузов. При больших объемах выгрузки могут устраиваться специальные ангары — «тепляки» для разогрева смерзшегося груза и вагоноопрокидыватели для выгрузки навалочных грузов из полувагонов.

Постоянные склады на станциях для погрузки и выгрузки химических грузов, неядовитых и пылящих грузов устраиваются не ближе 300 м от служебных и жилых зданий.

При поступлении под выгрузку в среднем в сутки более 10 полувагонов повышенные пути перекрывают козловыми кранами пролетом 25 или 32 м с необходимым набором приспособлений.

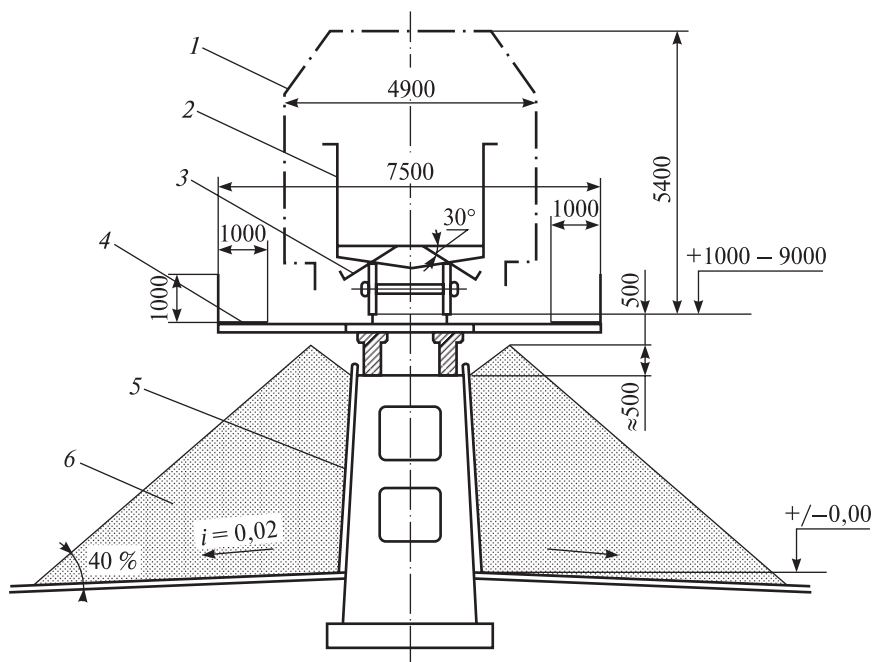


Рис. 29.9. Разгрузочная эстакада для устройства сыпучих грузов:
 1 — габарит приближения строений С; 2 — кузов полувагона; 3 — люк полувагона; 4 — продольный пешеходный мостик для прохода работников вдоль вагона; 5 — эстакада; 6 — отвал сыпучих грузов

На станциях электрифицированных линий или линий, подлежащих электрификации, площадки для погрузки и выгрузки минеральных удобрений, перевозимых навалом и требующих крытого хранения, располагают на расстоянии не менее 100 м от опор контактной сети и высоковольтных линий и не менее 500 м от тяговых подстанций и постов секционирования.

Для перегрузки тарных и штучных грузов по прямому варианту с применением погрузочно-выгрузочных машин в грузовых районах проектируют высокие платформы длиной на 4—6 вагонов и более. Борт платформы для более компактного размещения и удобного подъезда автомобилей имеет зубчатую форму.

В необходимых случаях в грузовых районах предусматриваются платформы с торцевыми и боковыми местами погрузки-выгрузки

колесных грузов. Въезд с торцевой стороны на открытые платформы, сооружаемые на уровне пола вагона, должны иметь продольный уклон не круче 1:7, а для погрузочно-выгрузочных механизмов — не круче 1:10.

Для погрузки-выгрузки скоропортящихся грузов из рефрижераторных контейнеров необходимо предусматривать контейнерные пункты со специальным оснащением. При необходимости в местах массовой погрузки-выгрузки следует проектировать устройства для их текущего или планового ремонта.

Для занятия меньшей территории и сокращения пробега автомобилей склады, площадки и пути размещают в грузовом районе компактно с учетом обеспечения при этом свободного подъезда автомобилей к ним.

Планировка грузового района должна обеспечить поточность движения автомашин, достаточную ширину проездов и выделение специальных мест для стоянки автомашин. Число въездов на территорию грузового района зависит от его объема работы и должно обеспечивать движение автомобилей без значительных задержек. Второй въезд на территорию ГР следует проектировать при интенсивности движения более 30 автомобилей в час в одну сторону, третий — более 60 автомобилей в час. На въездах устраиваются контрольно-пропускные пункты, оборудованные механическими воротами, шлагбаумами, смотровыми вышками с прожекторным освещением для осмотра автотранспорта.

Потребные площади складов, платформ и площадок рассчитываются отдельно для прибывающих и отправляемых грузов по методике, изложенной в главе 13.

При проектировании грузовых районов количество пересечений автомобильных проездов с путями должно быть минимальным. Во всех грузовых районах обеспечивают поточность движения автомобилей, достаточную ширину проездов и выделяют специальные места для стоянки автомобилей. Ширина полосы для движения автомобилей с прицепами на прямых участках принимается не менее 4 м. В случае одностороннего расположения складов и платформ ширина проезда должна быть не менее 16 м при кольцевом движении автотранспорта и 19 м при тупиковом. В случае двустороннего расположения складов расстояние между ними должно быть не менее 28 м при кольцевом движении и 35 м при тупиковом.

На территории грузового района следует предусматривать площадку для стоянки автомобилей и прицепов к ним в ночное время, а перед въездом в грузовой район предусматривается площадка, достаточная для стоянки автомобилей, проходящих через грузовой район в течение 0,5 ч работы. Дороги и погрузочно-выгрузочные площадки устраиваются с твердым покрытием.

29.5. Грузовые станции, обслуживающие пути необщего пользования

Существуют грузовые станции, на которых основной объем погрузки и выгрузки грузов осуществляется на путях необщего пользования, т.е. на подъездных путях предприятий, примыкающих к станции. Грузовые места общего пользования (грузовой район) на таких станциях могут вообще отсутствовать или объем выполняемой на них работы весьма невелик. Пример такой станции показан на рис. 29.10.

Предприятия, грузопотоки которых перерабатывают на станции примыкания можно примыкать к одной из горловин сортировочно-

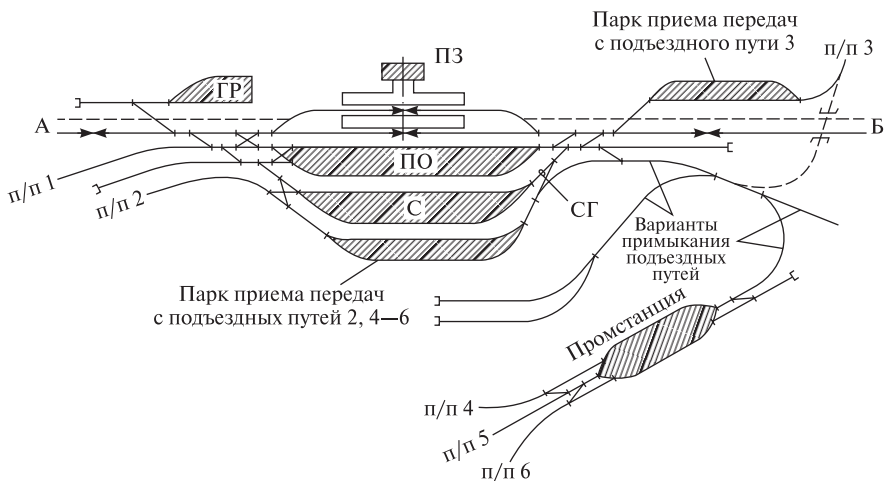


Рис. 29.10. Схема грузовой станции, обслуживающей пути необщего пользования:

ПО — приемо-отправочный парк; С — сортировочный парк; ГР — грузовой район; ПЗ — пассажирское здание; СГ — сортировочная горка; п/п — подъездные пути предприятий

го парка или в других местах горловин станции, но так, чтобы работу станции по пропуску поездов и маневровой работе затруднять в наименьшей степени и обеспечивать безопасность движения.

Если по главным путям пропускается большое число транзитных грузовых и пассажирских поездов, то для выхода на пути необщего пользования, примыкающие с другой стороны главных путей, в необходимых случаях устраивают путепроводные развязки. Такая развязка необходима в схеме, показанной на рис. 29.10 при сооружении второго главного пути, так как вагонопотоки на подъездной путь предприятия 3 поступают со стороны «А».

Иногда образуется группа подъездных путей, примыкающих один к другому вдали от станции (подъездные пути 4—6 на рис. 29.10). Чтобы сократить пробеги маневровых локомотивов при подаче вагонов на предприятия и разгрузить станцию примыкания, в районе разветвления подъездных путей укладывают парк из нескольких коротких путей для подборки вагонов по пунктам погрузки-выгрузки. Устройство таких парков, называемых промышленными станциями, обосновывают в проекте технико-экономическими расчетами.

Во всех случаях надо избегать примыкания к станциям малодетальных предприятий с грузооборотом менее пяти вагонов в сутки. Устройство таких подъездных путей нецелесообразно, так как кроме расходов на их сооружение и содержание возникают значительные простои вагонов, из-за недостатка средств механизации погрузочно-разгрузочных работ, и загружается станция дополнительными маневровыми операциями.

Поэтому в настоящее время существующие малодетальные ветви закрывают, а грузы передают на грузовые районы общего пользования или на общие базы, устраиваемые для нескольких предприятий. При этом кооперированное использование технических средств создает благоприятные условия для более эффективного использования путевого развития существующих станций примыкания. Во многих случаях, применяя гибкую специализацию путей станции, можно перерабатывать возрастающие вагонопотоки, не укладывая дополнительных путей, ограничившись удлинением существующих путей, где это необходимо, и улучшением примыкания путей необщего пользования.

При сортировке на станции более 250 вагонов в сутки целесообразно устраивать сортировочную горку малой мощности и укла-

дывать в сортировочном парке достаточное число коротких путей, чтобы избежать повторных маневровых операций, вызываемых подборкой вагонов на отдельные грузовые фронты.

29.6. Перспективы развития грузовых станций в России и за рубежом

Основной задачей при строительстве новых и реконструкции существующих грузовых станций является эффективное использование путевого развития и сокращение продолжительности нахождения вагона на станции.

Для сокращения времени нахождения местных вагонов в крупных узлах необходимо: предусматривать рациональную специализацию грузовых станций; модернизировать схемы и комплекс устройств грузового хозяйства; автоматизировать процессы перемещения, взвешивания вагонов и производства погрузочно-разгрузочных работ, хранения и выдачи грузов; внедрять АСУ грузовой станции.

Совершенствование схем грузовых станций предусматривается за счет: рациональной планировки грузового района; применения (для расформирования, формирования и подборки вагонов) сортировочных устройств, оборудованных новейшими системами автоматики и телемеханики; сооружение последовательно или параллельно погрузочно-выгрузочным фронтам достаточного числа выставочных путей; концентрации переработки однородных грузов на крупных механизированных или автоматизированных складах; строительство прирельсовых складов или баз для долгосрочного хранения грузов вблизи грузового района или на его территории; сооружение складов ангарного типа с внутренним вводом путей и складов стеллажного типа, оборудованных автоматизированными системами контроля и управления размещением грузов.

На грузовой станции должны использоваться рациональная технология производства эксплуатационной работы и применяться специальные устройства (толкатели, ускорители, трансбордеры и т.д.) для передвижения вагонов с выставочных путей к местам погрузки-выгрузки и вдоль фронта работ.

В ближайшие годы грузовые станции могут стать основой создаваемых на базе ГР транспортно-логистических комплексов (ТЛК), цель которых состоит в совершенствовании системы взаимодейс-

ствия между различными видами транспорта и улучшения условий оказания транспортных услуг клиентуре.

На зарубежных железных дорогах основное внимание уделяется: концентрации грузовой работы на небольшом числе технически оснащенных станций; сооружению станций с отдельными приемо-отправочными парками, оснащенными сортировочными горками; выносу работы с навалочными грузами на подъездные пути; созданию специальных станций для обслуживания крупнотоннажных контейнеров и специализированных грузовых районов для организации контрейлерных перевозок; «сухих портов». Особенность современных складов за рубежом состоит в том, что технология их работы формируется по принципу: каждая складская операция с грузом должна ускорять процесс его доставки конечному потребителю с обеспечением его сохранности.

В странах Северной Америки и Европы в грузовых районах продолжается создание механизированных складов ангарного типа с вводом железнодорожных путей внутрь склада. Как правило, эти склады одноэтажные, но имеются и многоэтажные склады, строительство которых вызвано, главным образом, высокой стоимостью участков земли. В этих складах число вводимых путей колеблется от 2 до 14; пути располагаются группами с числом путей в каждой группе от 2 до 4. Между группами устраиваются промежуточные платформы шириной до 15 м, предназначенные для перегрузки и сортировки. При этом боковые платформы шириной от 11 до 18 м в большинстве случаев используются для обработки прибывающих и отправляемых местных грузов. Рекомендуемая длина таких складов — не более 300 м. Имеются три типа складов и соответственно три типа грузовых районов: с тупиковыми путями в складе, со сквозными путями в складе и комбинированные со сквозными и тупиковыми путями.

На зарубежных дорогах склады специализируются по операциям: выгрузки и погрузки. Процесс выгрузки и погрузки механизирован, а в ряде случаев автоматизирован. Широко используются ленточные конвейеры для транспортировки грузов от вагонов и к вагонам вдоль платформ, по территории складов (или прицепными тележками, передвигаемыми электрическими тягачами) для доставки к соответствующей секции хранения.

Основной акцент в ближайшие годы будет сделан на развитии системы контейнерных перегрузочных пунктов, на которых наряду с погрузкой и выгрузкой осуществляется перегрузка контейнеров в специальные скорые контейнерные поезда (из 15 четырехосных платформ, в том числе позволяющих погрузку контейнеров в 2 яруса), следующих регулярно по твердому графику. Перегрузочные устройства обустроены тремя путями для стоянки контейнерных поездов. Вдоль крайних путей устроена асфальтированная площадка для погрузки-выгрузки контейнеров и проезда автотранспорта. Пути и площадка перекрыты 2—3 кранами с пролетом 25 м и грузоподъемностью до 32 т. Достаточно широкое распространение получило использование автопогрузчиков с телескопической стрелой и специальным захватом, позволяющим размещать контейнеры на площадках в 4—5 ярусов и осуществлять погрузку контейнеров в 2 яруса на специальные платформы.

Большое внимание уделяется разработкам, направленным на создание роботизированных складов, на которых отдельные операции выполняются перепрограммируемыми средствами робототехники с гибкой системой автоматического управления.

Контрольные вопросы

1. Что включают в себя технические операции, выполняемые на грузовых станциях общего пользования?
2. Перечислите основные элементы путевого развития крупных грузовых станций.
3. Как определяют длину сортировочных путей грузовой станции?
4. Что включают в себя коммерческие и грузовые операции, выполняемые на грузовых станциях общего пользования?
5. Чему равно максимальное число выставочных путей?
6. Какие операции выполняются на сортировочных путях грузовой станции?
7. Грузовые станции какого типа рекомендуется проектировать в крупных транспортных узлах?
8. Чем определяется техническое оснащение грузовых районов?
9. По какой схеме рекомендуется проектировать новые грузовые районы?

10. Какие объекты грузового хозяйства размещают в грузовых районах?

11. Для чего сооружают повышенный путь?

12. При каком условии на грузовой станции устанавливают сортировочную горку малой мощности?

13. Назовите основную цель создания транспортно-складских комплексов.

14. В каких случаях на грузовой станции могут отсутствовать места общего пользования?

15. Перечислите основные группы устройств, имеющих на грузовых станциях.

Глава 30. СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫЕ ГРУЗОВЫЕ СТАНЦИИ И ПУНКТЫ

Специализированные грузовые станции устраивают для погрузки или выгрузки какого-либо одного или родственных видов грузов в значительных объемах. Имеются станции погрузки угля, руды, леса, а также станции (или пункты) выгрузки зерна (на элеваторах), минерально-строительных материалов, станции переработки контейнеров и тяжеловесных грузов.

Особую группу составляют станции, обслуживающие перевозки нефтепродуктов: нефтеналивные станции и связанные с ними пункты подготовки цистерн под погрузку.

Специализированные грузовые станции или пункты обеспечивают ускоренную обработку подвижного состава, эффективное использование погрузочно-разгрузочных механизмов и сокращение объема сортировочной работы за счет формирования отправительских маршрутов.

30.1. Станции или пункты погрузки угля (руды)

Схема пункта погрузки угля (или руды) из шахт зависит от объема работы и способа погрузки. В настоящее время для погрузки в вагоны угля и руды в местах их добычи применяют два способа погрузки: бункерный и безбункерный.

При бункерном способе груз предварительно накапливают в бункерах, а при их заполнении — на запасном складе. Погрузка полувагонов выполняется на путях 3, 4 (см. рис. 30.1) при продвижении их под бункерами. При помощи дозирочного устройства автоматических весов осуществляется контроль за количеством груза, загружаемого в каждый вагон, что исключает возможность недогруза или перегруза. При возникновении перерыва в поступлении угля или руды из шахты, включается подача груза в бункеры с запасного склада.

При безбункерном способе вагоны загружаются углем или рудой, которые поступают непрерывным потоком с помощью системы

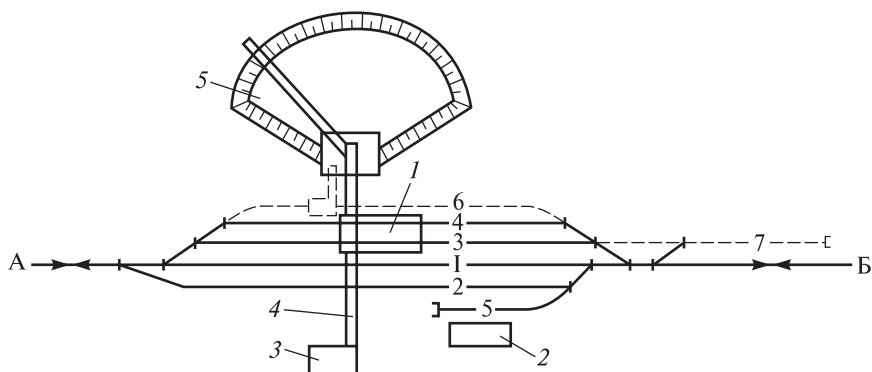


Рис. 30.1. Схема пункта погрузки угля (руды) из шахты:

1 — бункер; 2 — склад крепежного леса; 3 — здание блока главного ствола; 4 — галерея; 5 — запасный склад угля (руды); 1 — главный путь; 2 — приемо-отправочный путь; 3, 4 и 6 — погрузочные пути; 5 — выгрузочный путь; 7 — вытяжной путь

конвейеров с мест их добычи. При этом способе отпадает потребность в бункерах и запасном складе, уменьшается трудоемкость работ по погрузке, но должна быть обеспечена бесперебойная подача порожних вагонов под погрузку. Для этого на шахте надо иметь обменный парк вагонов, который загружают во время работы шахты, а затем обменивают на порожние вагоны, подаваемые под погрузку на шахты с сети железных дорог общего пользования. Безбункерный способ технически и экономически целесообразен во многих случаях, особенно на шахтах с большими объемами работы. На многих шахтах применяют оба рассмотренных способа погрузки.

В схеме углепогрузочной станции (см. рис. 30.1) путь I предназначен для приема передаточных поездов с порожними вагонами, путь 2 — для накопления и отправления погруженных вагонов, пути 3 и 4 являются погрузочными. Пути 6 и 7 укладывают в том случае, если станция является не тупиковой, а проходной.

Прибывшие вагоны переставляются маневровым или передаточным локомотивом (при отсутствии на станции своего маневрового локомотива) под погрузку на пути 3 и 4 через вытяжной путь 7. В процессе погрузки вагоны передвигаются с помощью маневро-

вой лебедки на свободную часть погрузочного пути, откуда после загрузки всей подачи переставляются маневровым локомотивом на путь отправления.

На тупиковом пути 5 выгружают вагоны с лесом или другими крепежными материалами.

30.2. Станции-базы выгрузки минерально-строительных грузов

Станции-базы выгрузки инертных минерально-строительных материалов (песка, щебня, гравия и др.) устраивают в больших городах, где ведется крупное промышленное и жилищное строительство. На таких станциях выгрузка из полувагонов или думпкарров осуществляется на повышенных путях и эстакадах (железобетонных или металлических) высотой 4—5 м, а погрузка в автотранспорт — одноковшовыми погрузчиками или экскаваторами. Варианты схем примыкания выгрузочных железнодорожных путей базы показаны на рис. 30.2. Путь базы может или непосредственно примыкать к горловине станции (вариант I) или к вытяжному пути (вариант II). Первый вариант примыкания удобен для подачи вагонов под выгрузку маршрутами, второй — для подачи маршрутов по частям. Длина повышенного пути или безбункерной эстакады определяется по максимальному количеству вагонов, подаваемых под выгрузку. Складские площадки для пылящих сыпучих грузов следует размещать с учетом направления господствующих ветров и размеров санитарно-защитной зоны. На базах устанавливают автомобильные весы и предусматривают освещение. Чтобы избежать встречных передвижений автотранспорта, в пределах базы устраивается коль-

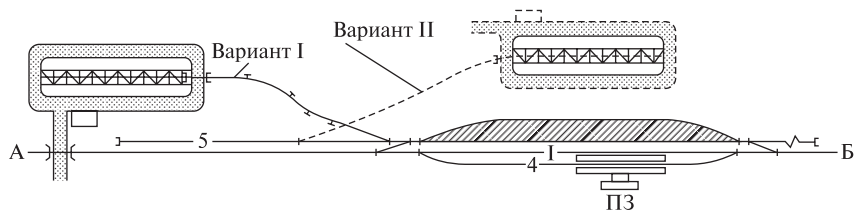


Рис. 30.2. Схема пункта (базы) выгрузки инертных минерально-строительных материалов

цевой проезд для автомашин, для чего в эстакаде предусматривается специальный пролет.

По такой же схеме устраивают и базы выгрузки угля, применяя при сравнительно небольшом грузообороте вместо эстакады повышенные пути с железобетонными стенками высотой 2—3 м.

Специализированные станции-базы выгрузки минерально-строительных материалов и угля размещают на окраинах или даже за пределами города, соблюдая те же требования, как и при размещении новых грузовых станций и обеспечивая пропуск маршрутов непосредственно на эти станции.

30.3. Пункты, обслуживающие перевозки зерна, и пункты погрузки лесных грузов

На станциях для погрузки (выгрузки) зерновых грузов имеются: приемо-отправочные, ходовые, выгрузочные, выставочные и соединительные пути (см. рис. 30.3), элеватор, железнодорожные и автомобильные весы, вспомогательные механизмы для перемещения вагонов (электрошпили, лебедки и трансбордеры) и служебно-технические здания.

Технология выгрузки вагонов с зерном состоит в следующем: поезда прибывают на приемо-отправочные пути, затем вагоны маневровым локомотивом выставляются на пути элеватора, с которых электрошпилем вагоны перемещаются на разгрузочные пути, где зерно самотеком из вагонов поступает на транспортерные ленты. Эти ленты доставляют зерно к подъемным механизмам и далее в башни элеватора. Разгруженные вагоны этим же устройством передвигаются на пути накопления порожних вагонов, откуда маневровым локомотивом по ходовому пути они выставляются на пути отправления.

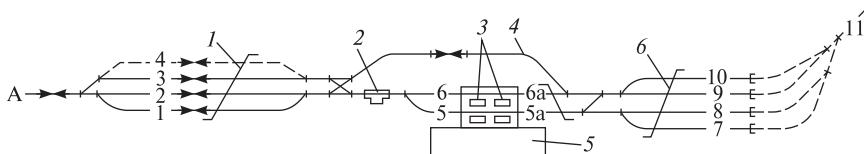


Рис. 30.3. Схема станции для работы с зерновыми грузами:

1 — приемо-отправочный парк; 2 — вагонные весы; 3 — приемные лари; 4 — ходовой путь; 5 — элеватор; 6 — парк для накопления порожних вагонов

Вместимость путей для приема и текущего отстоя вагонов (выставочных) определяется из расчета 25—50 % от числа вагонов, прибывающих в переработку в течение суток. Полезная длина путей принимается по максимальному количеству вагонов в подаче, поступающей на станцию. Число разгрузочных путей определяется схемой расположения путей приема, полезная длина которых равна трехкратной длине фронта выгрузки.

Схема с последовательным размещением приемо-отправочных, выставочных путей и элеватора обеспечивает поточность передвижения вагонов и максимальную пропускную способность станции. При параллельном или комбинированном расположении соответствующих устройств возникают дополнительные маневровые передвижения, связанные с перестановкой вагонов с одних путей на другие.

На станциях массовой погрузки лесных грузов, располагаемых на магистральных линиях, приемо-отправочные пути четного и нечетного направления обычно располагаются последовательно, а рядом с ними размещаются погрузочные пути. Такая схема создает удобные передвижения порожних вагонов под погрузку и маневрирование груженными вагонами или целыми составами.

Рядом с погрузочными путями находятся складские устройства закрытого или открытого типа в зависимости от рода лесных грузов и соответствующие погрузочно-выгрузочные механизмы и оборудование. Расстояние между погрузочно-выгрузочными путями определяется типом механизации и способом погрузки лесоматериалов. Строительство складов для хранения лесных грузов осуществляется по типовым проектам. На станции размещаются устройства для проверки массы и габарита погрузки в подвижной состав.

30.4. Станции, обслуживающие перевозки нефтепродуктов

Станции, обслуживающие перевозки нефти и нефтепродуктов, делятся: на нефтеналивные, нефтесливные и промывочно-пропарочные. На них, выполняются следующие операции: прием поездов, подача и уборка вагонов на погрузочные или выгрузочные пути, где осуществляется налив или слив нефтепродуктов. На промывочно-пропарочных станциях осуществляется подготовка цистерн под налив.

Нефтеналивные и нефтесливные станции размещаются в пунктах добычи и переработки нефти, а также в местах перелива жидких грузов с трубопроводного или водного транспорта в железнодорожные вагоны. На этих станциях имеется необходимое путевое развитие и устройства для выполнения грузовых операций. Погрузка или выгрузка наливных грузов осуществляется на путях наливных или сливных эстакад, на которых уложены подводящие или отводящие трубопроводы.

Промывочно-пропарочные станции (ППС) имеют: прямо-отправочные, сортировочные и вытяжные пути, а также ремонтные и специальные пути, обслуживающие основные производственные цехи по обработке цистерн; депо промывки, пропарки и ремонта цистерн, эстакаду для очистки цистерн и пункт очистки специальных цистерн, складские помещения. На этих станциях основными операциями являются: удаление остатков нефтепродуктов, пропарка и промывка котлов цистерн.

Схема станции, обслуживающей перевозки наливных грузов, зависит от местных условий, санитарных и противопожарных требований. Возможно последовательное и параллельное взаимное размещение основных парков станции, а также последовательное, параллельное и комбинированное расположение станции, ППС и пункта налива. Параллельное расположение всех устройств практически не используется, поскольку в этом случае требуется очень широкая станционная площадка и возникает большой объем маневровых передвижений. На рис. 30.4 представлен вариант схемы, где наливная станция и ППС расположены параллельно, и последовательно им размещен пункт налива. Такое схемное решение позволяет цистерны, не требующие подготовки под погрузку, после прибытия на станцию сразу подавать на пункт налива по кратчайшему пути, а цистерны, подлежащие обработке, после накопления на сортировочных путях, направлять на пути ППС. Очищенные цистерны накапливают и подают под погрузку на пункт налива. С целью максимального сокращения ручного труда и обеспечения экологической безопасности на большинстве станций процессы промывки и пропарки автоматизируют, а воду и реагенты очищают и по возможности используют по системе замкнутого цикла.

Возможно также последовательное расположение прямо-отправочного парка станции, ППС и пункта налива, или комбини-

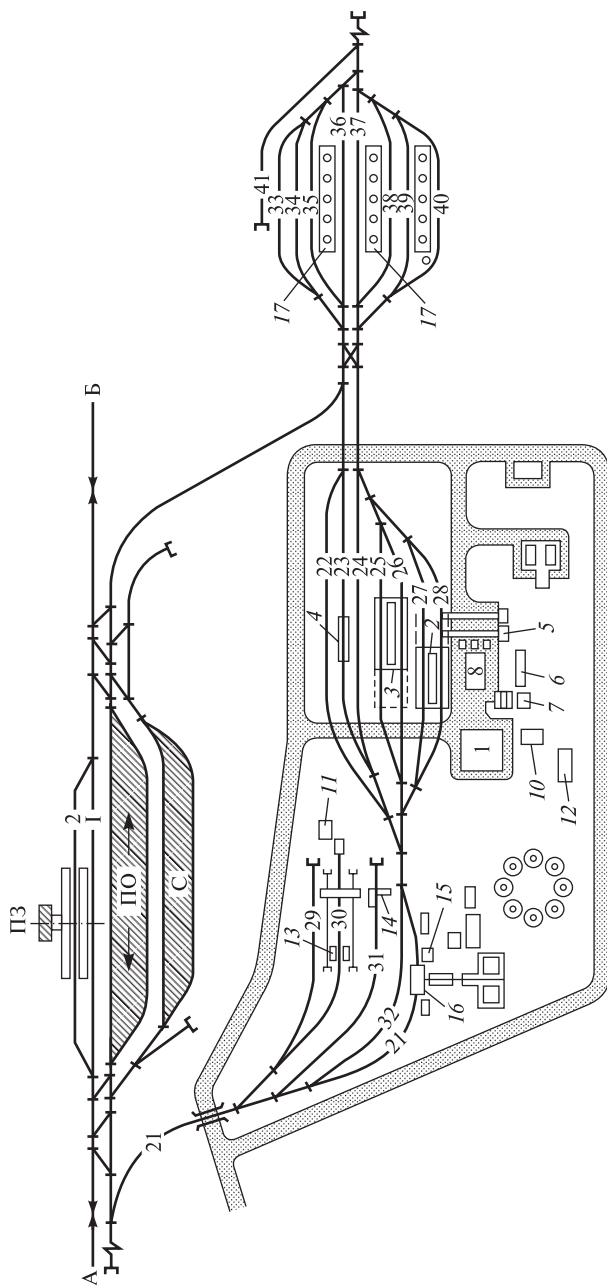


Рис. 30.4. Схема комбинированного расположения станции, пункта налива нефтепродуктов и промывочно-пропарочной станции:

1 — производственно-бытовой корпус; 2 — депо пропарки цистерн; 3 — открытая эстакада обработки цистерн; 4 — ангар наружной обмывки цистерн; 5 — промежуточный резервуар для темных нефтепродуктов; 6 — нефтепродуктовый резервуар для воды; 7 — насосная станция; 8 — насосная станция; 9 — пожарное депо на две автомашины; 10 — трансформаторная подстанция; 11 — помещение машиниста; 12 — битумохранилище; 13 — платформа; 14 — наливная колонка для битума; 15 — насосная; 16 — эстакада для подогрева цистерн; 17 — наливные эстакады; 18 — пассажирское здание; 19 — приемо-отправочный парк; 20 — сортировочный парк; 21 — производственно-бытовой корпус; 22 — депо пропарки цистерн; 23 — открытая эстакада обработки цистерн; 24 — ангар наружной обмывки цистерн; 25 — промежуточный резервуар для темных нефтепродуктов; 26 — нефтепродуктовый резервуар для воды; 27 — насосная станция; 28 — насосная станция; 29 — пожарное депо на две автомашины; 30 — трансформаторная подстанция; 31 — помещение машиниста; 32 — битумохранилище; 33 — платформа; 34 — наливная колонка для битума; 35 — насосная; 36 — эстакада для подогрева цистерн; 37 — наливные эстакады; 38 — пассажирское здание; 39 — приемо-отправочный парк; 40 — сортировочный парк; 41 — производственно-бытовой корпус.

рованное, когда ППС или пункт налива размещается параллельно основным паркам станции (с соблюдением разрыва не менее 30 м до путей станции с маневровым движением и не менее 50 м до путей, по которым следуют организованные поезда).

30.5. Специализированные контейнерные станции

Специализированные контейнерные станции бывают трех видов: для переработки крупнотоннажных контейнеров, среднетоннажных контейнеров и объединенные, на которых выполняют операции со всеми видами контейнеров и контейнерами.

В состав терминала входят пути для обслуживания грузового движения и специализированный грузовой район — перегрузочный комплекс. На территории комплекса имеются: открытые площадки с асфальтобетонным покрытием, оборудованные, как правило, электрическими козловыми самоходными кранами с пролетом 25 м и грузоподъемностью 20 и 32 т (КК-20, КК-32) для крупнотоннажных контейнеров и с пролетом 16 м грузоподъемностью 5 или 6 т (КК-5, КК-6) для среднетоннажных контейнеров; пути для погрузки, выгрузки, сортировки и непосредственной перегрузки контейнеров из вагона в вагон и из вагона в автомобили. Пути для обслуживания грузового движения и перегрузочный комплекс располагаются относительно друг друга параллельно или последовательно. Погрузочно-выгрузочные и выставочные пути могут быть тупиковыми или сквозными. При небольших объемах работы рекомендуется схема терминала с параллельным расположением основных устройств. В этом случае пути приема и перегруза могут быть совмещенными. При больших объемах работы целесообразно использовать терминалы с последовательным расположением приемо-отправочных, сортировочных путей относительно перегрузочного комплекса. В этом случае за счет поточности движения вагонов можно обеспечить максимальную пропускную и перерабатывающую способность.

В последние годы ведутся интенсивные работы по созданию автоматизированных контейнерных станций.

Контрольные вопросы

1. Какие способы погрузки угля существуют в настоящее время?

2. Опишите технологию выгрузки вагонов с зерном.
3. Где целесообразно проектировать нефтеналивные и нефтесливные станции?
4. Перечислите виды специализированных контейнерных станций.
5. Где размещают станции выгрузки минерально-строительных материалов?
6. Из чего состоит путевое развитие промывочно-пропарочных станций?
7. Чему равна полезная длина путей в пунктах перевозки зерна и погрузки лесных грузов?
8. Как подразделяются станции, обслуживающие перевозки нефти и нефтепродуктов?
9. С какой целью сооружают специализированные грузовые станции?
10. От чего зависит схема станции, обслуживающая перевозки наливных грузов?

Глава 31. ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫЕ СТАНЦИИ, ВЗАИМОДЕЙСТВУЮЩИЕ С ПОРТАМИ И ПАРОМНЫМИ ПЕРЕПРАВАМИ

31.1. Основные сведения о морских и речных портах

Порты являются пунктами стыкования водного и других видов транспорта. Через них проходят грузопотоки больших объемов, отличающиеся значительной неравномерностью; при этом груз доставляется подвижным составом (судами, железнодорожными вагонами или автомобилями), имеющим различную грузоподъемность. Этим обусловлены особые требования к планировочным решениям территории порта, к используемому перегрузочному оборудованию и т.д.

Порты подразделяются на три основных вида — морские, речные и устьевые.

В устьевых портах, расположенных обычно в районах впадения судоходных рек в моря, океаны или их заливы, выполняют перевалочные операции не только с моря или реки на сухопутный транспорт и обратно, но и между морским и речным транспортом.

Особо большую роль играют морские и устьевые порты, многие из которых имеют очень крупные размеры грузооборота. Грузооборот речных портов, как правило, значительно меньше, чем морских портов.

Примеры размещения железнодорожных устройств и портов приведены на рис. 31.1 и 31.2.

Современный морской порт — это крупный транспортный объект, состоящий из сооружений и устройств, предназначенных для обеспечения стоянки судов и подготовки их в рейс, перевалки грузов с морского на другие виды транспорта и обратно, подготовки и комплектации грузовых партий, их хранения, а также обслуживания пассажиров.

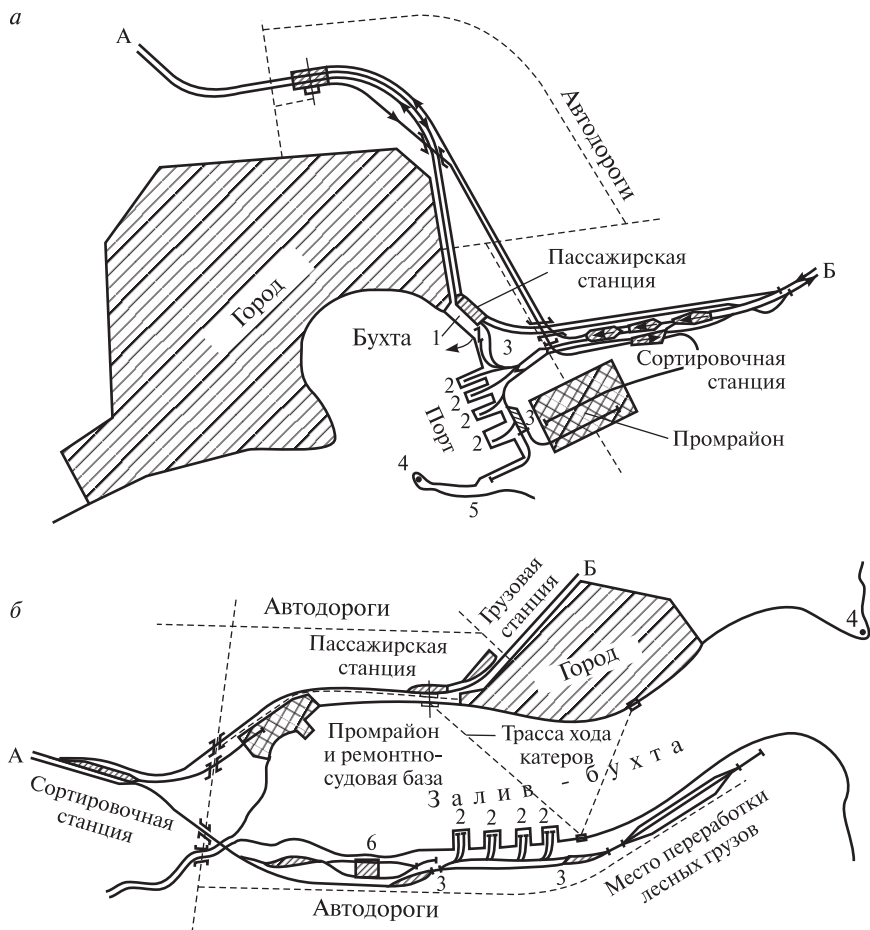


Рис. 31.1. Схемы морских портов в бухте (а) и в заливе-бухте (б):
 1 — объединенный железнодорожный и морской вокзал; 2 — пирсы; 3 —
 районные парки; 4 — маяк; 5 — мол; 6 — элеватор

Морской порт (см. рис. 31.3) состоит из трех основных частей: внешней, внутренней акваторий и береговой территории. *Акваторией порта* называют участок водной поверхности с требуемыми глубинами, предназначенный для обеспечения безопасности стоянки, обслуживания судов и их маневрирования при подходе к причалам и отходе от них.

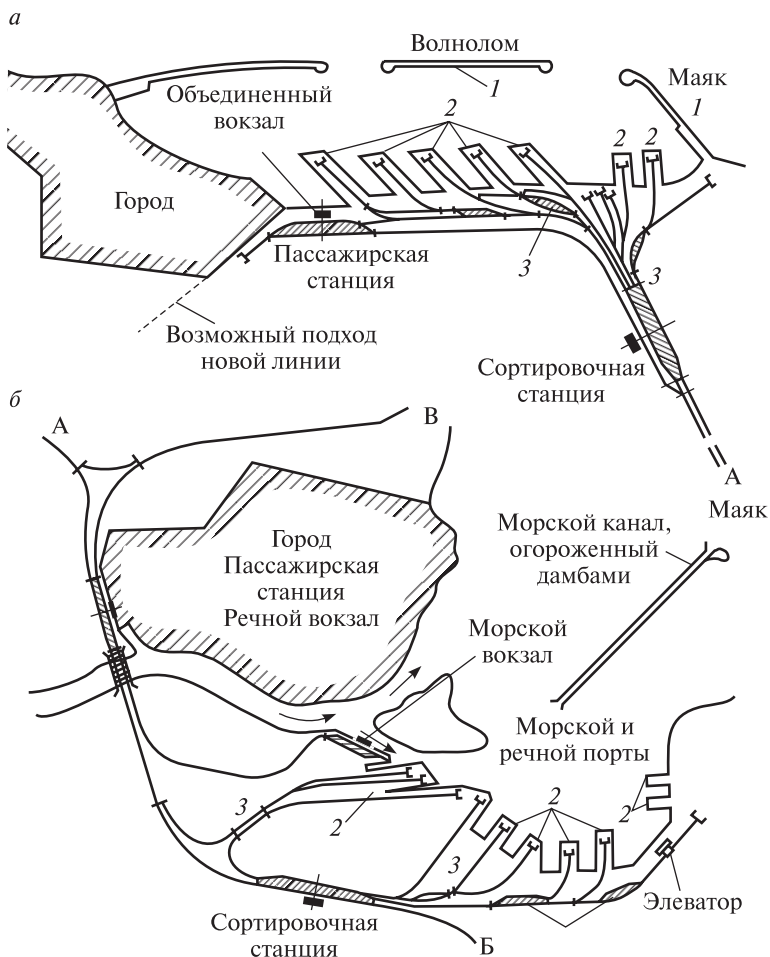


Рис. 31.2. Схемы морских портов на открытом берегу моря (а) и в устье реки (б):

1 — ограничительные молы и волнолом; 2 — пирсы и молы для перевалочных операций; 3 — районные парки

Граница между акваторией и береговой территорией порта проходит в основном по причальному фронту. *Береговая территория* порта состоит из сухопутных подходов, прикордонной (операционной) зоны и тыловой части. В операционной зоне размещаются

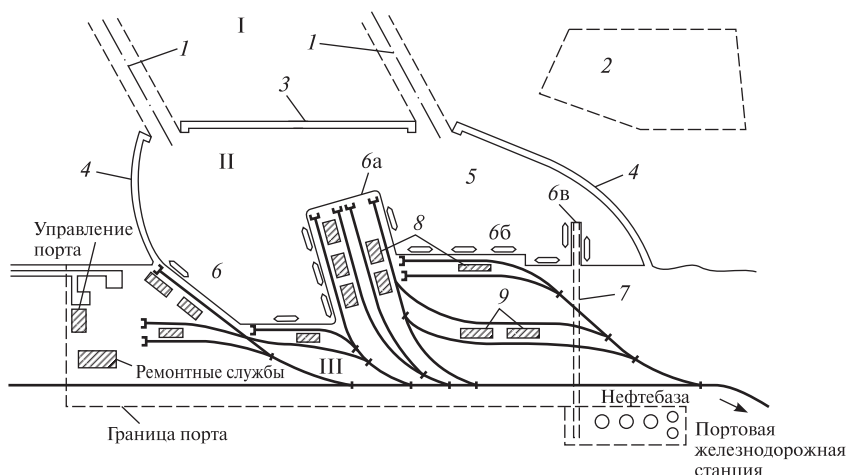


Рис. 31.3. Схема планировки морского порта:

I — внешняя акватория; II — внутренняя акватория; III — береговая территория порта; 1 — подходные каналы; 2 — внешний рейд; 3 — волнолом; 4 — мол; 5 — внутренний рейд; 6 — причальные фронты (6 и 6б — фронтальное расположение причалов; 6а — широкий пирс; 6в — узкий пирс); 7 — нефтепровод; 8 — прикормонные склады; 9 — тыловые склады

комплексы погрузочно-выгрузочных механизмов, прикормонные склады, перегрузочные железнодорожные и автомобильные пути.

Тыловая часть делится на зоны: производственную, общепортовых объектов, предпортовую, пассажирских операций. В указанных зонах располагаются тыловые склады, районные железнодорожные парки, мастерские, материальные и инвентарные парки, базы портового флота, объекты комиссионного обслуживания судов, управление портом и др.

Основным элементом береговой территории порта является морской *грузовой фронт*, который состоит из причального фронта и прикормонной зоны (см. рис. 31.4), примыкающей к причалу. Начертание причального фронта в плане определяется требованиями по созданию наиболее благоприятных условий для обработки судов и эффективной работы сухопутных видов транспорта.

В зависимости от местных условий причальный фронт в плане проектируется в виде прямой или ломаной линии. Конфигурация

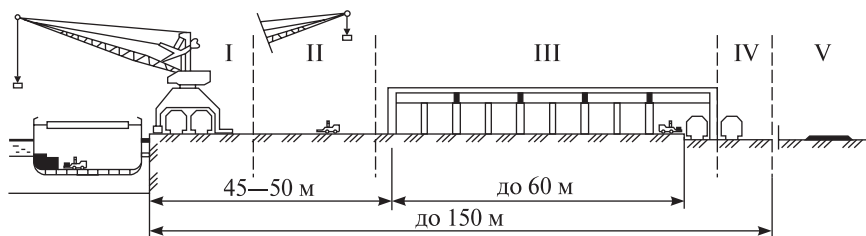


Рис. 31.4. Поперечный разрез береговой территории порта:

I — прикормонная зона с железнодорожными и подкрановыми путями; II — оперативная площадка с прикормонной полосой для безрельсового транспорта; III — территория крытого или открытого склада первой линии; IV — полоса безрельсового транспорта и тыловых железнодорожных путей; V — территория крытого или открытого склада второй линии с примыкающей тыловой полосой для безрельсового и железнодорожного транспорта

причальной линии и конструкции причалов отличаются большим разнообразием. Наиболее часто причалы размещаются вдоль береговой линии или по внутреннему контуру оградительных сооружений (фронтальное расположение или причалы-набережные). Причальные сооружения могут выступать в акваторию порта (широкие или узкие пирсы, как правило, построенные в виде прямоугольника или параллелограмма).

Более выгодным считается использование *фронтальной схемы* размещения причалов в портах, расположенных на открытом побережье, в устьях и на берегах рек, в хорошо защищенных естественных бухтах и заливах большого размера. *Пирсовая схема* дает возможность сконцентрировать большое количество причалов на участке берега небольшой протяженности, что значительно сокращает суммарную длину сухопутных подходов к порту. К недостаткам этой схемы относятся проблемы, возникающие при подаче к причалам железнодорожного подвижного состава, и отсутствие достаточных площадей для размещения больших складов и площадок для хранения грузов. В большинстве современных портов применяется комбинированный вариант, представляющий собой сочетание широких пирсов с причалами-набережными (фронтальное расположение).

В портах в качестве перегрузочных средств используют различное оборудование и механизмы. Их подразделяют на три группы:

перегрузочные устройства общего назначения, специальное и вспомогательное оборудование. К первой группе относятся: порталные, полупортальные, железнодорожные, автомобильные, гусеничные, плавучие, козловые и мостовые краны, ричстакеры и реклаймеры, а также машины непрерывного действия (различного вида конвейеры, элеваторы, пневматические и гидравлические перегрузочные устройства). Среди специального оборудования наибольшее распространение получили вагоноопрокидыватели, позволяющие разгружать один или два вагона в течение 1—2 минут.

Грузовые склады на территории порта подразделяются: на прикордонные, служащие для кратковременного хранения прибывающих в порт грузов и отправления их из порта, и тыловые, используемые для хранения грузов в порту в течение 2—3 месяцев.

В порту имеются крытые склады общего назначения, специализированные склады и открытые грузовые площадки. Склады общего назначения используются для хранения штучных грузов или грузов, боящихся атмосферного воздействия. У них для удобства обработки железнодорожных вагонов с тыловой стороны устраиваются рампы шириной около 6 м и высотой 1,1 м от головки рельса. К специализированным складам относятся элеваторы (для хранения зерна), резервуары наземного и подземного типов (для хранения нефти и нефтепродуктов), холодильники (для хранения скоропортящихся продуктов).

Металлы, лес, уголь, руды, как правило, размещаются на открытых площадках с цементно-бетонным покрытием. Расстояние от штабелей груза до железнодорожных и подкрановых путей принимается 2,5 м, а до автомобильных дорог — 1,5 м. Склады для лесных грузов формируются в виде кварталов, разделенных противопожарными проездами шириной 15—25 м. Склады для руды и угля устраиваются отдельно для каждого сорта груза.

Территорию крупных портов целесообразно разбивать на районы, специализирующиеся на переработке определенных видов грузов. По мере внедрения новых видов перегрузочной техники с целью обеспечения максимально высокой производительности перегрузочных работ появляется новый элемент структуры порта (района) — технологический перегрузочный комплекс (ТПК). В зависимости от видов грузов ТПК бывают унифицированными и специализированными, причем последние создаются для переработки грузов, которые требуют специальных условий перегрузки и хранения. Дос-

таточно часто ТПК называют грузовым терминалом, который обслуживается *стивидорной компанией*.

Основными факторами, влияющими на мощность и размещение железнодорожных устройств предпортовых станций и морских портов, являются:

- технико-экономические (величина и структура грузооборота, методы организации работы и т.д.);
- естественно-географические (местонахождение, топография, гидрогеология и пр.);
- метеорологические (периоды перевозок);
- технологические (мощность вагонопотока в адрес порта, количество и весовая норма передач, уровень механизации погрузочно-выгрузочных работ, наличие складской площади и рабочей силы и др.);
- планировочные (размеры портовой площадки, существующая планировка районов и устройств порта, степень стесненности территории порта и т.п.);
- плановые (гибкость планирования в увязке с сезонностью перевозок морским и железнодорожным транспортом).

31.2. Варианты схем железнодорожного обслуживания портов

В состав железнодорожных устройств, используемых для обслуживания морских портов, могут входить:

- приемо-отправочные пути на предпортовой сортировочной станции (ППСС) или портовой станции (ПС) для маршрутов и не маршрутизированного потока вагонов, прибывающих с внешней железнодорожной сети в адрес порта, и вагонов, возвращающихся из порта на сеть;
- сортировочные пути на ППСС или ПС для накопления групп вагонов, адресуемых в порт;
- приемо-отправочные пути в районных парках (РП) порта для приема поездов, поступающих с ППСС, или групп вагонов с ПС в адрес района, и возвращающихся на предпортовую станцию груженых и порожних вагонов;
- сортировочные пути в районных парках порта для подборки вагонов по причалам и специализированным местам погрузки-выгрузки;
- отстойные пути для ожидающих обработки вагонов.

Размеры станций и парков, обслуживающих грузовые фронты порта, зависят от следующих факторов: объем и характер работы узла; размеры и характер размещения портовых устройств, степень стесненности территории порта и станционных площадок ППСС и ПС; топографических условий (рельеф местности), геологических условий и т.п.

Выбор схемы обслуживания порта и размещения железнодорожных устройств относительно порта зависят от нескольких факторов. Наиболее важными из них являются грузооборот порта, число и расположение погрузочно-выгрузочных фронтов (ПВФ) в нем. В настоящее время рассматриваются четыре основных варианта схем обслуживания порта железнодорожным транспортом (см. рис. 31.5).

Для небольших портов с числом причалов не более четырех обслуживание порта рекомендуется непосредственно с предпортовой сортировочной станции по схеме I (ППСС-ПВФ). Эта же схема может использоваться для обслуживания мелких и средних портов при расстоянии между ППСС и ПВФ до 20 км.

При числе причалов 4 и более в зависимости от грузооборота порта и расстояния до ППСС рекомендуется применять следующие схемы обслуживания:

- при грузообороте до 10 млн т в год и расстоянии между ППСС и портом до 7—8 км, а также при расстоянии до 12—13 км и грузообороте 5 млн т через районные парки по схеме II (ППСС—РП—ПВФ);
- при грузообороте более 15 млн т в год и расстоянии 13 км и более — с портовой станцией по схеме III (ППСС—ПС—ПВФ);
- при большом удалении крупного порта от сортировочной станции — по схеме IV (ППСС—ПС—РП—ПВФ) через районные парки, сооружаемые между портовой станцией и причалами порта.

Выбор схемы железнодорожного обслуживания порта также зависит и от его расположения относительно железнодорожных станций (ППСС и ПС), поскольку это влияет как на схемные решения самих станций, так и на порядок обслуживания погрузочно-выгрузочных фронтов в порту.

Железнодорожная станция может размещаться перпендикулярно, последовательно или параллельно береговой линии порта.

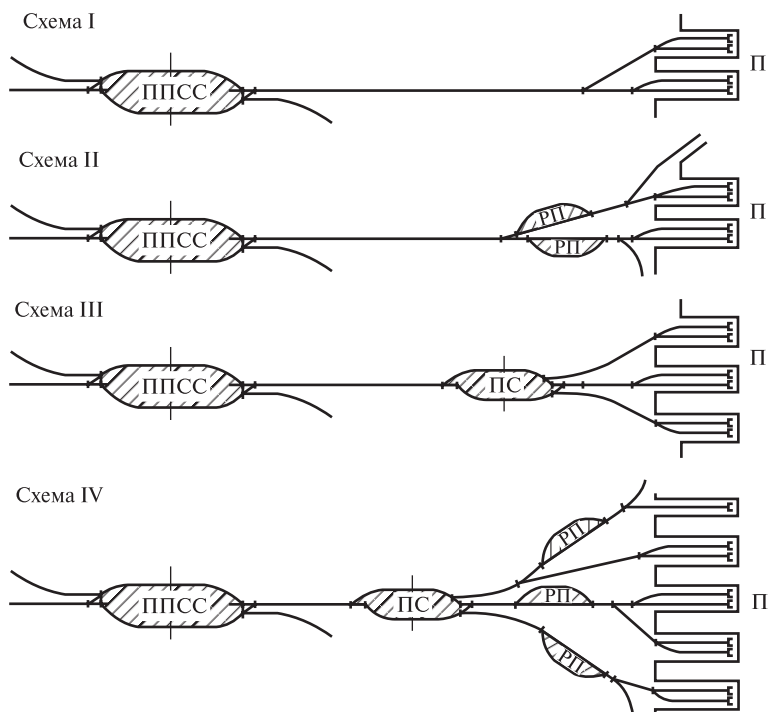


Рис. 31.5. Схемы вариантов железнодорожного обслуживания морских портов:

ППСС — предпортовая сортировочная станция; ПС — портовая станция;
РП — районный парк; П — порт

Окончательное решение по схеме железнодорожного обслуживания порта принимается на основе технико-экономических расчетов.

Размещение портовой станции и районных парков не должно препятствовать дальнейшему развитию портовой территории и быть таким, чтобы все передвижения между сортировочной, портовыми станциями и районными парками были бы по возможности поточными. Районные парки рекомендуется размещать вне режимной территории портов¹.

¹ Режимная территория порта — территория порта, куда доступ ограничен, исходя из требований безопасности порта и сохранности грузов.

В отличие от морских портов на территории речных и озерных портов не размещаются районные парки. Особенностью железнодорожной сети этих портов состоит в том, что из-за колебания уровня рек в период весеннего половодья требуется размещения прикордонных железнодорожных путей в двух и даже в трех уровнях (см. рис. 31.6). Кроме этого, возможны два варианта размещения причальных и перевалочных устройств: на одном берегу или на обоих берегах реки (см. рис. 31.7).

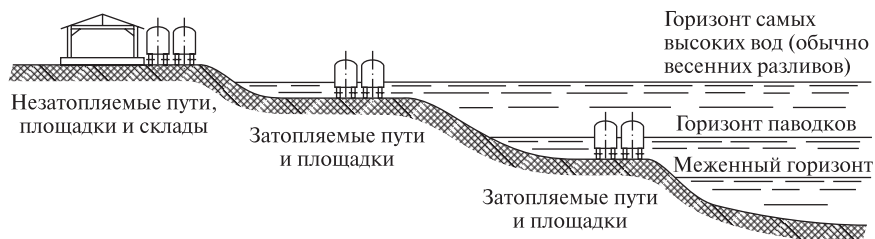


Рис. 31.6. Схема расположения прикордонных погрузочно-выгрузочных путей в речных портах



Рис. 31.7. Схема размещения на берегах реки железнодорожных устройств, обслуживающих речные порты:
а — на одном берегу; *б* — на обоих берегах

Расположение причалов на одном берегу реки при значительных объемах работы приводит к существенному увеличению протяженности причальной линии, что влечет за собой устройство железнодорожных подходов большой протяженности, как вне порта, так и внутри порта. Создание портовых мощностей на разных берегах реки требует строительства дополнительных мостовых переходов и значительно усложняет систему железнодорожного обслуживания такого порта.

31.3. Предпортовые железнодорожные станции

Предпортовые сортировочные станции (ППСС), как правило, являются узловыми сортировочными станциями сетевого значения, на которых сконцентрирована основная работа узла по расформированию и формированию грузовых поездов, передач в адрес грузовых станций, промышленных предприятий, в том числе и в порт. Для обслуживания особо крупных морских портов могут создаваться специальные портовые сортировочные станции (СПСС). Схемы ППСС и СПСС бывают односторонними и двухсторонними, с последовательным или комбинированным расположением парков.

Число и полезная длина путей в парках приема и отправления станции определяется по действующим нормам проектирования. Число и длина сортировочных путей зависят от принятой схемы обслуживания порта. Если подборка вагонов по фронтам порта производится на портовой станции или в районном парке, то число путей в сортировочном парке ППСС устанавливается в зависимости от мощности и формы организации вагонопотока в адрес порта. При мощности назначения до 200 вагонов в сутки выделяется один сортировочный путь, свыше 200 вагонов — 2 пути. При значительном объеме немаршрутизированного потока потребное количество сортировочных путей требуется определять расчетом или на основе моделирования работы станции. Длина пути принимается в соответствии с длиной передаточного поезда, определяемой с учетом принятых весовых норм.

Число сортировочных путей на ППСС (при технологии обслуживания порта только сортировочной станцией) для групп вагонов в адрес порта в общем виде может определяться по формуле:

$$m_{\text{сп}}^{\text{ППСС}} = \frac{\sum N_{\text{ср}}^{\text{В}} t_{\text{техн}}^{\text{ППСС}}}{24 L_{\text{В}}}, \quad (31.1)$$

где $N_{\text{ср}}^{\text{В}}$ — среднесуточное в месяц максимальное количество вагонов, прибывающих под выгрузку; $t_{\text{техн}}^{\text{ППСС}}$ — технологическое время обработки вагонов на сортировочной станции, ч; $L_{\text{В}}$ — принятая вместимость одного пути в условных вагонах при установленной весовой норме передачи.

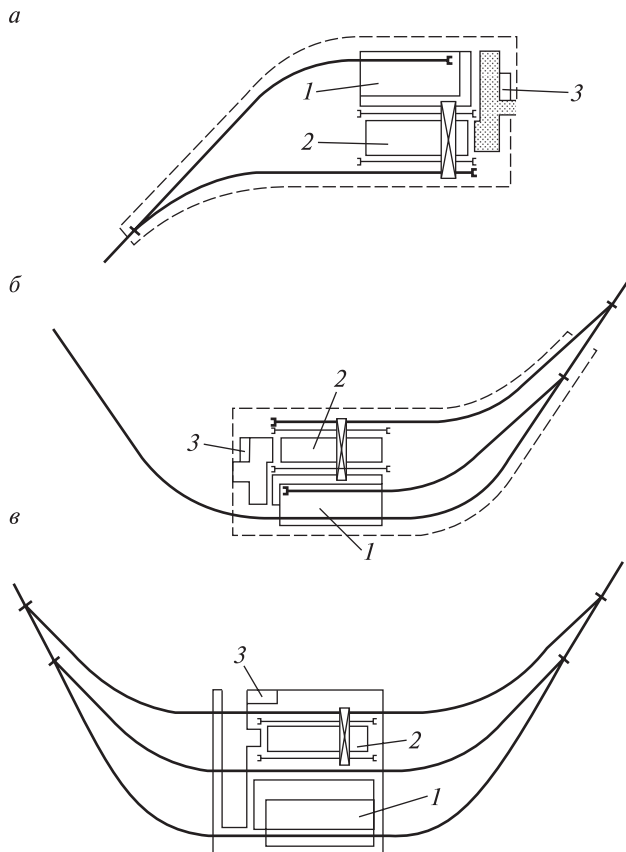


Рис. 31.8. Схема пункта устранения неисправностей тары и контейнеров: а — тупикового типа; б — комбинированного типа; в — сквозного типа; 1 — крытый склад; 2 — открытая площадка; 3 — служебно-техническое здание

В том случае, когда порт обслуживается непосредственно с ППСС, число сортировочных путей, специализированных для порта, устанавливается из условия накопления на одном пути вагонов для группы ПВФ, обслуживаемых единовременной подачей. Число и полезная длина этих путей зависят от величины суточного вагонопотока, поступающего в адрес соответствующей группы погрузочно-выгрузочных фронтов:

- до 60 вагонов в сутки — 1 путь длиной 500—700 м;
- от 61 до 160 вагонов в сутки — 1 путь длиной 700—850 м;
- более 160 вагонов в сутки — 2 пути длиной по 500—700 м.

Для ликвидации всех видов технических и коммерческих неисправностей на предпортовой сортировочной станции проектируются пункты их устранения, примыкающие, как правило, к сортировочным (сортировочно-отправочным) паркам, с выделением для этого крайних, ближних к пункту, путей парка. Выбор их схемы зависит от объема работы: при объеме до 25 вагонов — тупикового типа, от 26 до 50 вагонов — комбинированный, более 50 вагонов — сквозные (см. рис. 31.8).

31.4. Портовые станции

Портовые станции (ПС) сооружаются, как правило, для обслуживания портов с большим грузооборотом. Когда расстояние от ППСС до порта более 13 км или ее путевое развитие не позволяет подобрать вагоны по ПВФ порта, рекомендуется их располагать как можно ближе к порту, но вне его пределов. На ПС обеспечивают прием поездов с ППСС, сортировку, формирование и подачу вагонов передаточных поездов и маршрутов по районам порта, его отдельным причалам и складам, а также осуществляют формирование и отправку поездов на предпортовую сортировочную станцию.

Для выполнения этой работы на портовых станциях могут проектироваться приемо-отправочные, сортировочные и сортировочно-группировочные парки с соответствующими объемом и структуре работ сортировочными устройствами (вытяжными путями со стрелочными горловинами на уклоне, горками малой и средней мощности). Взаимное размещение парков и устройств зависит от характера и объема работы и местных условий.

При больших размерах грузооборота порта (не менее 20 млн т в год) целесообразно использовать схему с последовательным расположением парков (см. рис. 31.10), в остальных случаях применяется

более компактная схема с параллельным расположением парков станций.

На путях приемо-отправочного парка осуществляется прием поездов с сети железных дорог общего пользования и передач из порта, в отдельных случаях предусматривается отправление с этих путей маршрутных поездов в адрес ППСС. Сортировочный парк состоит из двух групп путей: сортировочных (для накопления и подборки вагонов по причальным и складским ПВФ) и сортировочно-отправочных (для накопления и отправления передаточных поездов на ППСС и для отправления передач в порт).

На рис. 31.9 приведена схема портовой станции с параллельным расположением парков. Пути 2, 3, 4 и 5 предназначены для приема передач с ППСС и из порта. Путь 1 может использоваться как ходовой. Сортировочные пути 6, 7 и 8 предусмотрены для подборки вагонов по причальным фронтам. Путь 9 используется для накопления подач к тыловым (складским) фронтам. Путь 8 — как «отсечной» в процессе подборки вагонов. На путях 10 и 11 отстаиваются вагоны, требующие ремонта, подготовки к перевозке и т.д. Путь 12 является вытяжным.

Преимущественно схема ПС с параллельным расположением парков используется, если в порту преобладают прямолинейные причальные ПВФ, а также в тех случаях, когда по топографическим или градостроительным условиям эту станцию необходимо располагать параллельно порту.

Станция с последовательным расположением парков более эффективна при обслуживании морского порта с причальной линией, выполненной в виде пирсов, когда станцию и порт можно разместить последовательно.

Число путей на портовой станции или в районном парке:

$$m_{\text{ПС (РП)}} = \frac{(t_{\text{п}}^{\text{ПС (РП)}} + t_{\text{о}}^{\text{ПС (РП)}})n_i}{24} + m_{\text{ход}} + m_{\text{сп}}^{\text{ПС (РП)}}, \quad (31.2)$$

где $t_{\text{п}}^{\text{ПС (РП)}}$ — технологическое время обработки передачи на портовой станции (в районном парке) по приему с ППСС, ч; $t_{\text{о}}^{\text{ПС (РП)}}$ — технологическое время обработки передачи на портовой станции (в районном парке) по отправлению на ППСС с учетом принимаемого по технологическому процессу времени маневровой работы по сбору вагонов с причалов и выставке на портовую станцию (районный парк), ч; n_i — количество передач в i -й районный

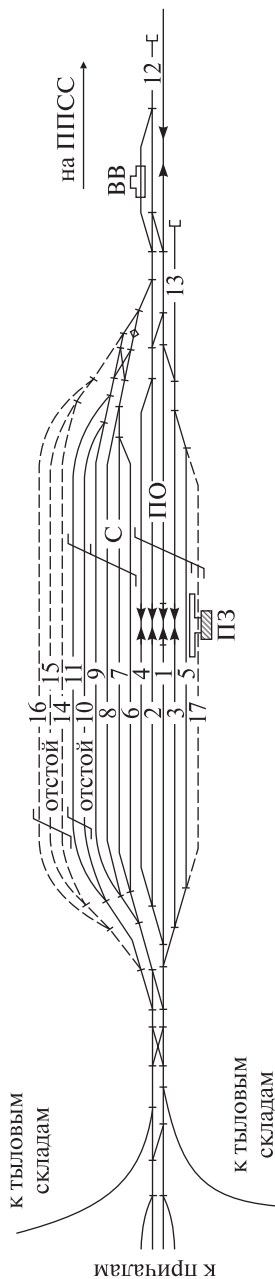


Рис. 31.9. Схема портовой станции с параллельным расположением парков:

ПО — приемо-отправочный парк; С — сортировочный парк; ПЗ — пассажирское здание; ВВ — вагонные веса

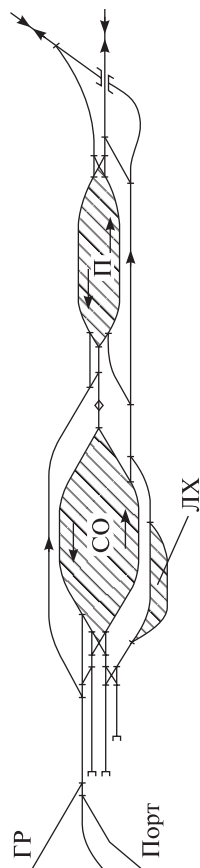


Рис. 31.10. Схема портовой станции с последовательным расположением парков:

П — парк приема; СО — сортировочно-отправочный парк; ЛХ — локомотивное хозяйство; ГР — грузовой район

парк за сутки; $m_{\text{ход}}$ — количество ходовых путей на портовой станции или в районном парке; $m_{\text{сп}}^{\text{ПС (РП)}}$ — количество сортировочных путей на портовой станции (в районном парке), принимаемое равным количеству групп причалов (погрузочно-выгрузочных мест), обслуживаемых единовременной подачей вагонов¹, исходя из условия подборки ее на одном сортировочном пути.

Полезная длина сортировочных путей на ПС (в РП) принимается по длине причальной линии или погрузочно-выгрузочных мест, обслуживаемых единовременной подачей, а при формировании маршрутов на внешнюю сеть — по длине приемо-отправочных путей на станциях прилегающих участков.

31.5. Районные парки и погрузочно-выгрузочные пути в порту

Районные парки (РП) создаются для того, чтобы сократить время подачи железнодорожных вагонов к причалам и складам.

Сооружение районного парка предусматривается в тех случаях, когда ППСС или ПС находятся на большом расстоянии от порта. В большинстве случаев устройство РП экономически оправдано при вагонопотоке в адрес грузового района 100—120 вагонов в сутки и расстоянии до ППСС или ПС — 3—5 км. При средней интенсивности погрузочно-выгрузочных работ в порту (100—500 т/ч) при 2—3 и более смежных причалах расстояние между парком и портовыми погрузочно-выгрузочными путями в порту не должно превышать 1 км; при меньшей интенсивности перегрузки и том же количестве причалов это расстояние может быть увеличено до 2—3 км. Если интенсивность грузовых работ превышает 500 т/ч и большая часть грузов перегружается по прямому варианту, целесообразно размещать районный парк на расстоянии не более 0,5 км от ПВФ.

Число и назначение путей в РП зависит от объема и характера операций, выполняемых с вагонами в парке. Преимущественно РП предназначен для отстоя вагонов, подготовленных к подаче на ПВФ, т.е. функционально — это выставочный парк (см. рис. 31.11). Если возникает необходимость выполнять в районном парке формирование подач на грузовые фронты, тогда в нем укладываются

¹ Единовременная подача — система маневрового обслуживания группы ПВФ в течение одного заезда в порт.

зированному району должен быть предусмотрен самостоятельный вход.

При растянутости причальной линии, обслуживаемой одним районным парком, число входов подлежит определению в увязке с выбором варианта размещения районного парка или портовой станции. Возможны два варианта размещения: последовательное и параллельное.

31.6. Железнодорожные станции, обслуживающие паромные переправы

При организации смешанных железнодорожно-водных перевозок через большие водные преграды применяются паромные переправы, обслуживаемые специальными станциями.

Паромные переправы обеспечивают: сокращение пробегов вагонов при следовании из одного района страны в другой или из одной страны в другую; экономию капитальных вложений на строительство крупных мостовых переходов; экономию затрат, связанных с перевозкой грузов транзитом по зарубежным странам.

Паромные переправы могут создаваться между железными дорогами, имеющими одинаковую ширину колеи (например, между Россией, странами СНГ и Балтии) и разную колею (Россия и страны Западной Европы).

Комплекс сооружений и устройств по обслуживанию железнодорожной паромной переправы между странами, имеющими разную ширину колеи, зависит от принятого в эксплуатацию типа паромы и ширины колеи железнодорожных путей, укладываемых на палубах паромы.

Возможны два варианта:

- первый, предусматривающий перевозки грузов на паромы в вагонах России или стран СНГ с устройством на паромы железнодорожных путей колеи 1520 мм;
- второй, когда перевозки намечаются в вагонах зарубежного государства с укладкой на паромы путей колеи 1435 мм.

В первом варианте производится перегрузка грузов из вагонов одной колеи в вагоны другой на территории зарубежной страны с сооружением там перегрузочных устройств; во втором — перегрузка из вагонов в вагоны и строительство перегрузочных устройств осуществляется на территории России (стран СНГ).

При необходимости, могут сооружаться устройства для смены тележек (или раздвижки колесных пар) и для перегрузки грузов из вагонов одной колеи в вагоны другой колеи.

В варианте с устройством на палубе парома путей колеи 1520 мм весь комплекс представляет собой трехпарковую систему (парк приема, сортировочный и выставочный парки) с сортировочной горкой (см. рис. 31.12).

В варианте с путями на пароме колеи 1435 мм в соответствующий комплекс входят две сортировочные системы с железнодорожными путями колеи 1520 и 1435 мм, перегрузочные устройства, выставочный парк и предпричальные пути колеи 1435 мм (см. рис. 31.13). В обоих вариантах предусматривается устройство предпаромной станции.

На предпаромной станции выполняется работа по приему поездов, технический и коммерческий осмотры прибывших составов поездов, расформирование их и формирование групп вагонов (плетей) на путях сортировочного парка с подборкой их по каждому пути парома. Плетей вагонов подбираются с таким расчетом, чтобы разность массы плетей, выставляемых на правые и левые бортовые пути парома, не превышала допустимой величины (200 т) во избежание крена судна в процессе накатки, выкатки вагонов и в пути следования парома. В последних модификациях паромов используется специальная система, регулирующая устойчивость судна, и не требующая такой детальной подборки плетей вагонов.

На станции также осуществляется прием из выставочного парка вагонов, выгруженных с парома, их расформирование, формирование и отправление поездов на внешнюю железнодорожную сеть. Кроме того, на станции производится устранение коммерческого брака, отцепочный ремонт вагонов, экипировка поездных и маневровых локомотивов.

Для выполнения перечисленных выше работ на предпаромной станции имеются приемо-отправочные, сортировочные и сортировочно-отправочные пути, сортировочная горка, локомотивное и вагонное хозяйства, устройства автоматики, телемеханики и связи, служебно-технические здания, необходимые инженерные сети водоснабжения, водоотведения, тепло- и электроснабжения и т.д.

Также на предпаромной сортировочной станции предусматриваются пути для отстоя вагонов в случае задержек в работе паромной

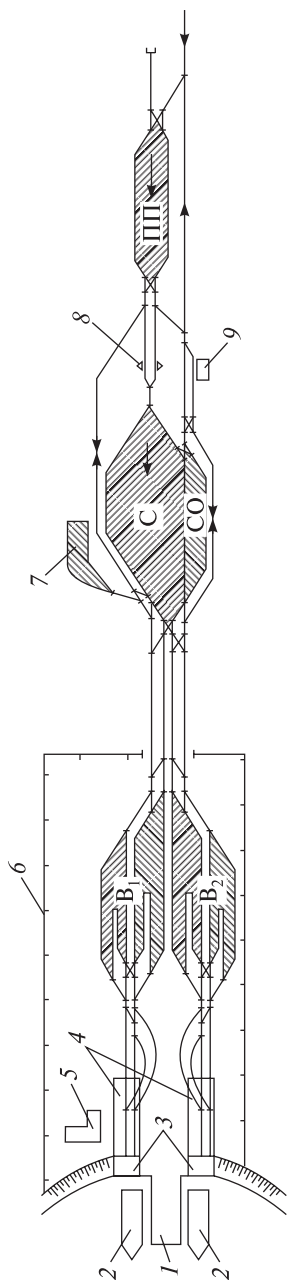


Рис. 31.12. Схема комплекса железнодорожных устройств по обслуживанию морской паромной переправы, использующей двухпутные паромы с железнодорожными путями колеи 1520 мм:

B_1, B_2 — выставочные парки; CO — паромно-переходный мост; C — сортировочный парк; $ПП$ — парк приема; I — пирс; 2 — паром; 3 — эстакада; 4 — эстакада; 5 — административный корпус; 6 — ограждение режимной территории; 7 — локомотивное депо, сблокированное с грузовым складом; 8 — сортировочная горка; 9 — экипировочные устройства локомотивов

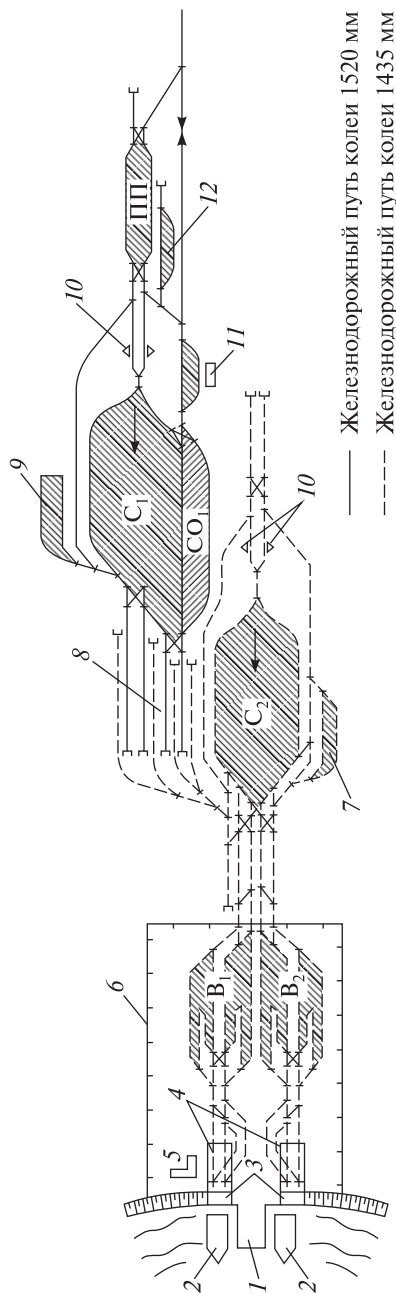


Рис. 31.13. Схема комплекса железнодорожных устройств по обслуживанию морской паромной переправы, использующей паромы с железнодорожными путями 1435 мм:

парки колеи 1520 мм: ПП — парк приема; C_1 — сортировочный парк; CO_1 — сортировочно-отправочный парк; парки колеи 1435 мм: C_2 — сортировочный; B_1 и B_2 — выставочные парки; 1 — пирс; 2 — паром; 3 — подъемно-переходной мост; 4 — эстакада; 5 — административный корпус; 6 — ограждение режимной территории; 7 — локомотивное депо для локомотивов колеи 1435 мм; 8 — перегрузочные устройства вагонов колеи 1520 и 1435 мм; 9 — грузовой район железной дороги колеи 1520 мм; 10 — сортировочная горка; 11 — экипировочные устройства локомотивов колеи 1520 мм; 12 — локомотивное депо железной дороги колеи 1520 мм

переправы. Число этих путей зависит от грузооборота паромной переправы и должно составлять, при грузообороте до 3 млн тонн, один путь, с добавлением одного пути на каждые следующие 2 млн тонн.

При суточном вагонопотоке до 100 вагонов в качестве сортировочного устройства может использоваться вытяжной путь со стрелочной горловиной на уклоне, при большем вагонопотоке — горка малой мощности.

Для случая отправления технических или отправительских маршрутов на сеть железных дорог общего пользования рекомендуется двухпарковая схема предпаромной сортировочной станции.

Предпаромная станция может проектироваться по схеме с последовательным расположением парков приема и сортировочного, в составе которого имеются сортировочно-отправочные пути, или с параллельным расположением приема-отправочного и сортировочного парков (см. рис. 31.14).

Пути парка приема предназначены для поездов, поступающих с внешней сети, и передач, переставляемых из выставочного парка. Число путей парка приема определяется по нормам для сортировочных станций или расчетом по действующей методике. При формировании поездов на внешнюю сеть используются сортировочно-отправочные пути, число которых также определяется расчетом. Накопление вагонов и их отправление на внешнюю сеть предусматривается из сортировочно-отправочного парка.

Полезная длина путей парка приема или приема-отправочного парка принимается стандартной (850 или 1050 м) в соответствии с полезной длиной путей, установленной на полигоне сети железных дорог общего пользования, где располагается проектируемая станция.

В сортировочном парке станции для формирования групп вагонов (плетей) на один паром требуется 4—5 сортировочных путей. Кроме путей для формирования групп вагонов на паром, следует предусматривать 1—2 пути для резервных груженных вагонов и 1—2 пути — для местных и неисправных вагонов.

Полезная длина путей сортировочного парка определяется по длине максимальной группы вагонов, формируемых для погрузки на паром.

Выставочный парк (см. рис. 31.15) предназначен для выполнения коммерческого и технического обслуживания, таможенного и

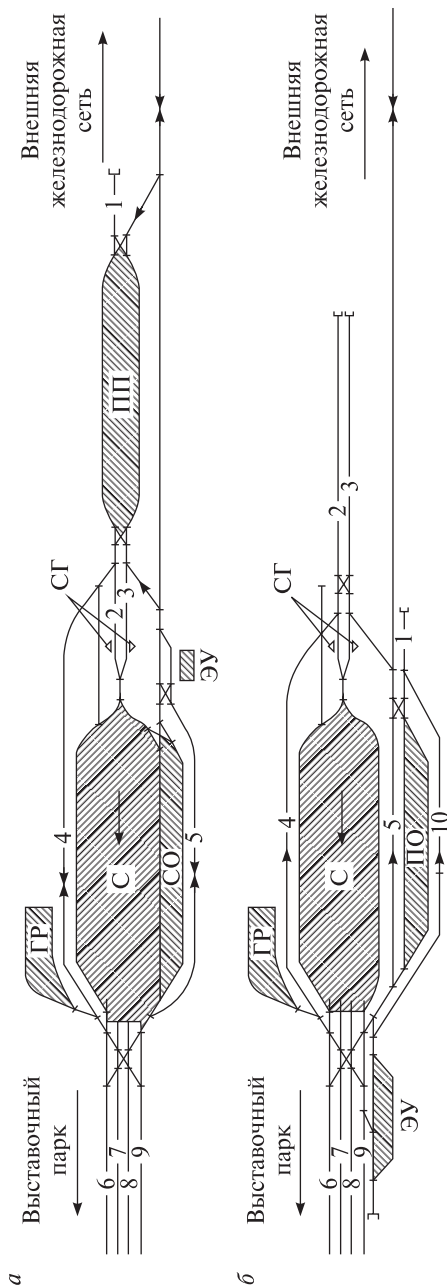


Рис. 31.14. Схемы предпаромной сортировочной станции:

а — с последовательным расположением парков приема и сортировочного (сортировочно-отправочного); б — с параллельным расположением парков прямо-отправочного и сортировочного; СГ — сортировочная горка; ПП — парк приема; С — сортировочный парк; СО — сортировочно-отправочный парк; ПО — прямо-отправочный парк; ГР — грузовой район; ЭУ — экипировочные устройства локомотивов. Пути: 1 — локомотивный тупик; 2 и 3 — надвижные пути; 4, 5 и 10 — ходовые; 6, 7, 8 и 9 — вытяжные и для перестановки групп вагонов из сортировочного парка в выставочный и обратно

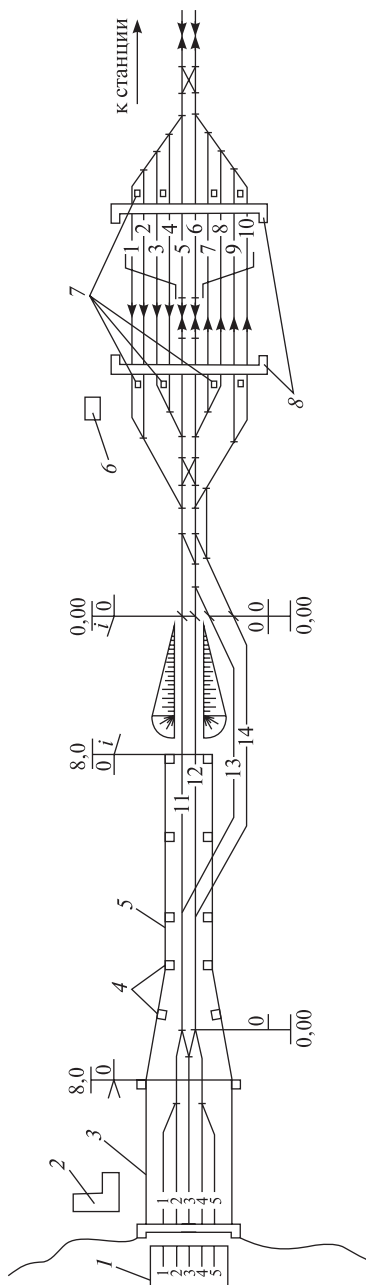


Рис. 31.15. Схема выставочного парка и подходов к причалу двухпалубных паромов.

Транспортные объекты: 1 — паром; 2 — административный корпус; 3 — подъемно-переходной мост; 4 — опора эстакады; 5 — эстакада; 6 — пост ЭЦ; 7 — смотровые колодцы; 8 — смотровые мостики. Железнодорожные пути: 1–4 — для выставок вагонов, подготовленных к погрузке на паром; 5–6 (в правой части рисунка) — ходовые; 7–10 — для групп вагонов, выкатываемых с паром; 11 и 12 — пути на эстакаде для накатки и выкатки вагонов верхней палубы; 13 и 14 — пути нижнего уровня для накатки и выкатки вагонов нижней палубы паром

пограничного досмотра вагонов, прибывших с паромов и отправляемых на паром. Для выполнения работы по пограничному досмотру предусматриваются смотровые вышки, мостики, траншеи и колодцы. Выставочный парк располагается между предпаромной станцией и береговыми причальными устройствами. Если береговая территория ограничена, выставочный парк может размещаться параллельно сортировочно-отправочному парку.

В паромном комплексе, работающем с двухпалубными паромовыми, число путей в выставочном парке определяется необходимостью приема в парк четырех плетей для погрузки на паром: двух на нижнюю палубу (19 и 30 вагонов) и двух плетей на верхнюю палубу (21 и 33 вагоны), а также приема выставляемых с прибывшего парома четырех плетей: двух с верхней палубы (21 и 33 вагоны) и двух с нижней палубы (19 и 30 вагонов).

Длина путей в выставочном парке должна быть равна сумме длин наибольшей выставочной плети (одиночной или соединенной), маневрового локомотива и трех вагонов прикрытия, с увеличением этой суммарной длины не менее чем на 10 %. Прикрытие из порожних платформ предусматривается для того, чтобы локомотив не заходил на пролетные строения подъемно-переходного моста (рис. 31.16 и 31.17).

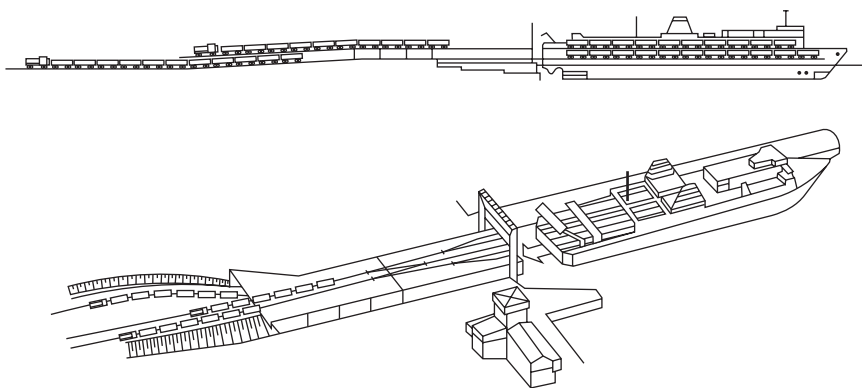


Рис. 31.16. Общий вид береговых причальных устройств для двухпалубных паромов

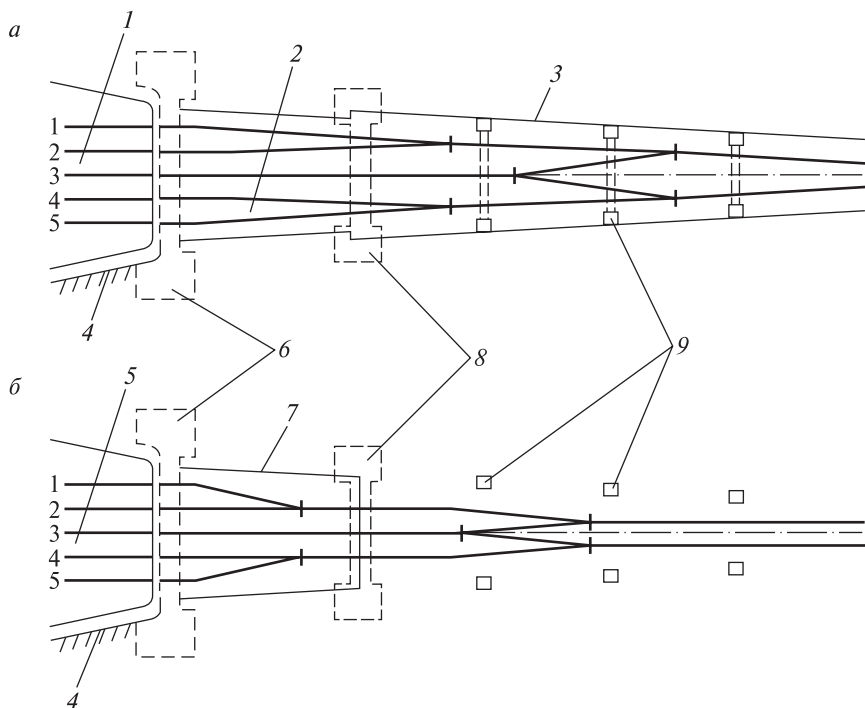


Рис. 31.17. Путевое развитие подъемно-переходного моста:
а — верхней палубы; *б* — нижней палубы; 1 — пути верхней палубы паромов; 2 — верхний ярус подъемно-переходного моста; 3 — пролетные строения эстакады; 4 — пирс; 5 — пути нижней палубы паромов; 6 — морские устои моста; 7 — нижний ярус моста; 8 — береговые опоры моста; 9 — опоры железнодорожной эстакады

Для пропуска локомотивов, осуществляющих маневры по выкатке вагонов с паромов и накатке их на паром в выставочном парке необходимо иметь два ходовых пути для одновременной работы двух локомотивов.

Для обслуживания одного трехпалубного паромов в выставочном парке также необходимо иметь 10 путей.

Полезная длина путей выставочного парка принимается не менее длины плетей с учетом постановки маневрового локомотива с прикрытием 3 порожних платформ.

Контрольные вопросы

1. Назовите основные виды портов.
2. Для чего сооружают портовые станции?
3. Какие используются схемы обслуживания порта железной дорогой?
4. Перечислите факторы, влияющие на мощность железнодорожных устройств предпаромных станций.
5. Назовите схемы размещения причалов в портах.
6. Как рассчитывается полезная длина приемо-отправочных путей в районных парках?
7. Где обычно размещают устьевые порты?
8. Какие станции относятся к предпортовым сортировочным станциям?
9. Для чего создаются районные парки?
10. В каком случае проектируется двухпарковая предпаромная сортировочная станция?
11. Из каких основных частей состоит морской порт?
12. Как рассчитать число путей на портовой станции?
13. Что входит в состав железнодорожных устройств, используемых для обслуживания морских портов?
14. На какие зоны делится тыловая часть морского порта?
15. Какие операции выполняются в выставочном парке предпаромной сортировочной станции?

Глава 32. ПЕРЕГРУЗОЧНЫЕ И МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЕ ПЕРЕДАТОЧНЫЕ СТАНЦИИ

32.1. Внутренние перегрузочные станции

На сети железных дорог общего пользования имеются железнодорожные линии, имеющие узкую колею (например, 750 мм). Для передачи грузов между этими железнодорожными линиями и путями обычной колеи (1520 мм) сооружаются перегрузочные станции. На этих станциях перегрузочные устройства сосредотачиваются в одном месте, а парки приема и отправления поездов, следующих по железнодорожным линиям, которые имеют разную колею, могут размещаться на одной объединенной станции или на разных станциях. Станции узкой колеи чаще всего являются тупиковыми, а станции колеи 1520 мм — преимущественно сквозными.

Наибольшее распространение получили два варианта схем внутреннего перегрузочного узла: с параллельным расположением станции колеи 1520 мм, станции узкой колеи и общих перегрузочных устройств (см. рис. 32.1, *а*); с последовательным расположением этих же объектов (см. рис. 32.1, *б*).

В варианте с параллельным расположением станций железнодорожных линий, имеющих разную колею, и общих перегрузочных устройств на общей перегрузочной площадке размещены перегрузочные пути, склады и площадки для грузов, подлежащих перегрузке. Ко всем перегрузочным устройствам с одной стороны подведены пути колеи 1520 мм, с другой — пути узкой колеи.

32.2. Внешние (пограничные) перегрузочные станции

Внешние перегрузочные станции сооружают на границах с другими странами для перегрузки грузов из вагонов колеи 1520 мм в вагоны колеи 1435 мм и обратно. Такие станции расположены на

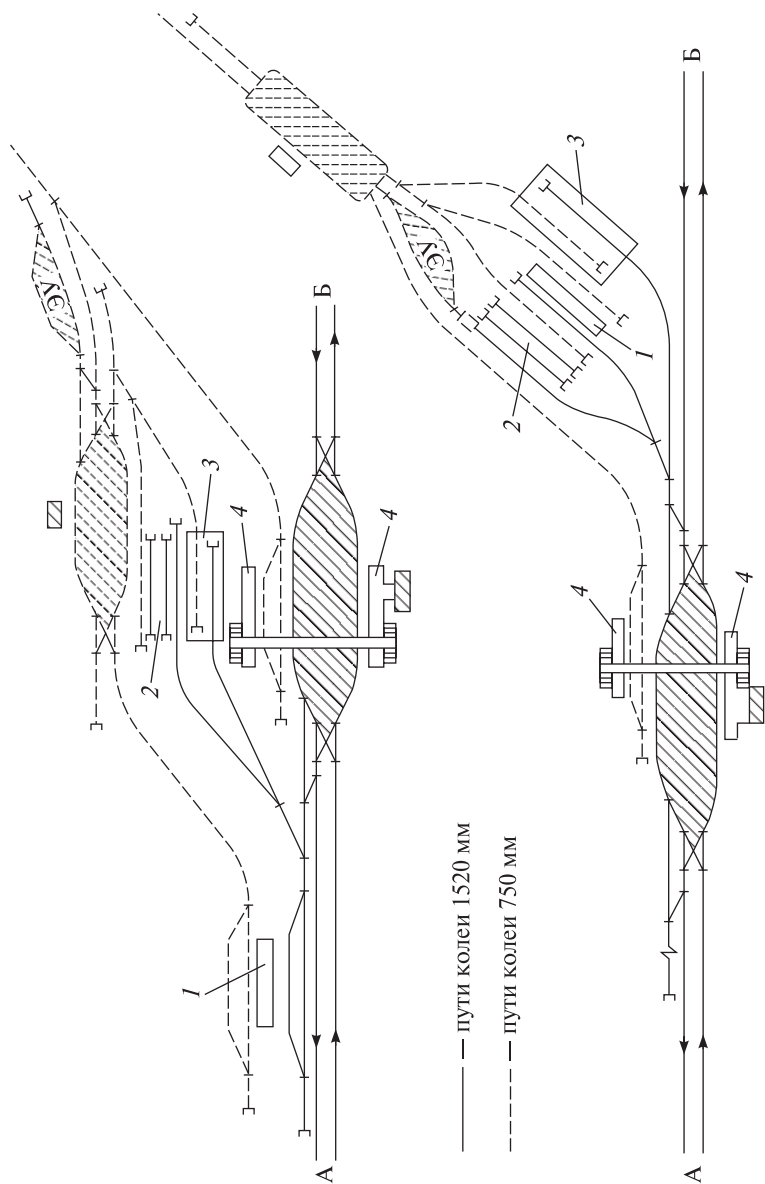


Рис. 32.1. Схемы внутреннего перегужочного узла:

a — с параллельным расположением станции колеи 1520 мм, станции узкой колеи и общих перегужочных устройств; *б* — с последовательным расположением этих же объектов; 1 — перегужочная платформа; 2 — площадка для контейнерных и лесных грузов; 3 — крытый склад ангарного типа; 4 — пассажирские платформы

западной границе Содружества Независимых Государств (СНГ) — с Польшей (Мамоново, Багратионовская, Железнодорожная), Румынией (Унгены), Венгрией (Чоп), и на восточной — с КНДР (Хасан), Китаем (Забайкальск, Гродеково).

В крупных пограничных узлах при наличии нескольких железнодорожных переходов и большого грузопотока пограничные перегрузочные станции могут специализироваться по роду перерабатываемого груза.

Перегрузочные станции нередко совмещаются с участковыми или промежуточными станциями.

Перегрузочные станции должны обеспечивать:

- прием и отправление поездов, расформирование составов и формирование подач по пунктам погрузки, выгрузки, производство технических операций с поездами;

- экипировку, а в необходимых случаях — техническое обслуживание и ремонт поездных и маневровых локомотивов;

- производство грузовых, пограничных, таможенных и коммерческих операций, связанных с перегрузкой, сортировкой, хранением грузов, а также с перестановкой колесных пар.

Характерной особенностью схем перегрузочных пограничных станций является наличие парков с путями, имеющими разную ширину колеи, перегрузочных районов или отдельных грузовых фронтов для работы с внешнеторговыми грузами, а также устройств локомотивного и вагонного хозяйства. При проектировании перегрузочных станций стремятся к максимальному объединению однородных устройств и сооружений, предназначенных для выполнения грузовых или пассажирских операций разной колеи. Станции могут быть тупикового, сквозного и комбинированного типов. Схемы сквозного и комбинированного типа являются более предпочтительными, так как позволяют распределить работу между несколькими станциями пограничного перегрузочного узла.

Взаимное расположение парков, путей и перегрузочных пунктов должно обеспечивать поточность передвижения иностранных и отечественных вагонов с наименьшим числом пересечений путей разной ширины колеи.

При организации перегрузки грузов на станции внутри страны путевое развитие и станционные устройства проектируются для каждой колеи отдельными или объединенными, а перегрузочные устройства сосредотачиваются в одном месте.

В стыковых пунктах железных дорог сопредельных государств для каждой страны, как правило, проектируется своя перегрузочная станция, предназначенная для перегрузки импортных грузов, следующих в эту страну. На таких станциях дополнительно предусматриваются устройства, обеспечивающие выполнение таможенных операций, операций по передаче вагонов, контейнеров и контрейлеров другой стране, в необходимых случаях — пункты перестановки локомотивов (с соответствующими устройствами), а также пункты перестановки вагонов или раздвижки (сдвижки) колес колесных пар и другие устройства, обеспечивающие беспересадочное пассажирское сообщение. Число перегрузочных станций в стыковых пунктах железных дорог сопредельных государств устанавливаются по согласованию между государствами.

В пассажирском здании пограничных перегрузочных станций размещаются специальные помещения для таможенного досмотра, контрольно-пропускные и санитарно-контрольные пункты, помещения для обмена валют, ожидания поездов и оформления проездных документов пассажирами зарубежных стран.

Перегрузочные станции имеют сортировочные комплекты для каждой колеи. Перегрузочные устройства целесообразно располагать между этими сортировочными комплектами. Перегрузка грузов может осуществляться по прямому варианту (непосредственно из вагонов одной колеи в вагоны другой колеи) или через склады и перегрузочные платформы с кратковременным складированием (при необходимости подборки грузовых партий из-за различной вместимости вагонов разной колеи).

На рис. 32.2 приведена схема пограничной перегрузочной станции с последовательным расположением парков колеи 1520 мм (показаны сплошными линиями), перегрузочных устройств и парков колеи 1435 мм (показаны пунктиром). Для станций, сооружаемых по этой схеме, требуется длинная станционная площадка. Особенностью данной станции является подача вагонов на перегрузочные пункты без перестановки на выставочные пути, что особенно удобно при подаче под перегрузку больших групп вагонов или целых маршрутов.

Перегрузочная станция с параллельным расположением основных устройств приведена на рис. 32.3. Приемо-отправочные парки разной колеи уложены параллельно, а между ними размещаются

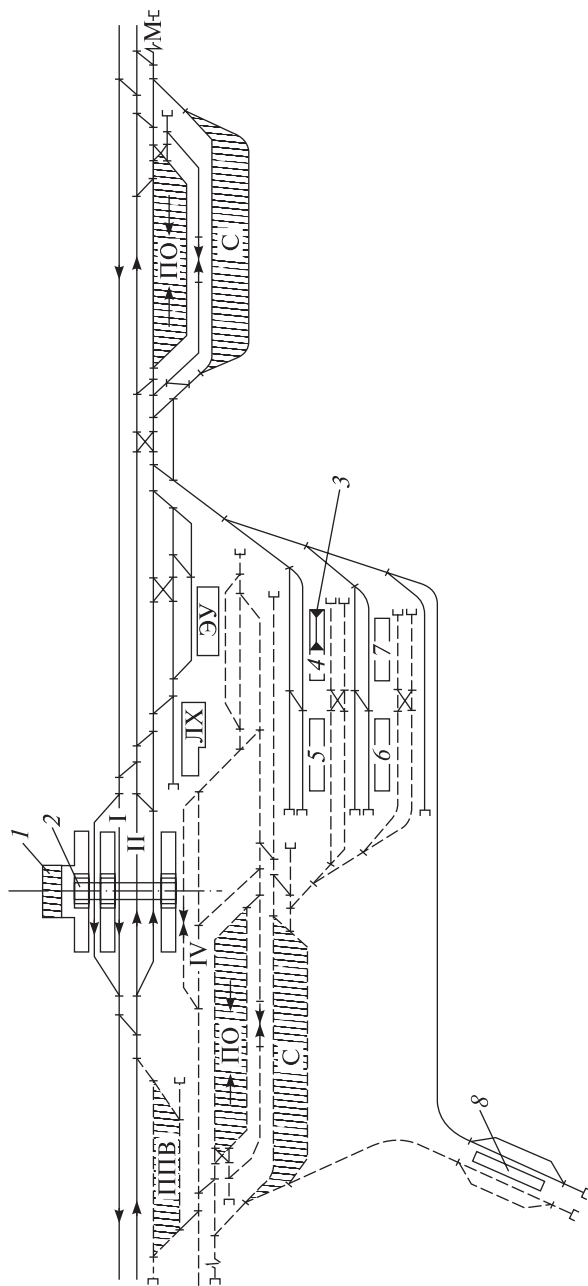


Рис. 32.2. Схема пограничной перегрузочной станции на стыке железных дорог колеи 1520 и 1435 мм с последовательным расположением основных устройств:

1 — пассажирское здание; 2 — тоннель; 3 — склад ангарного типа; 4 — закрытая перегрузочная платформа; 5 — навалочная площадка; 6 — склад контейнерной площадки; 7 — площадка для тяжеловесных грузов; 8 — устройства для перегрузки опасных грузов; ПО — прямо-отправочный парк; С — сортировочный парк; ППВ — пункт перестановки вагонов; ЭУ — экипировочные устройства; ЛХ — локомотивное хозяйство

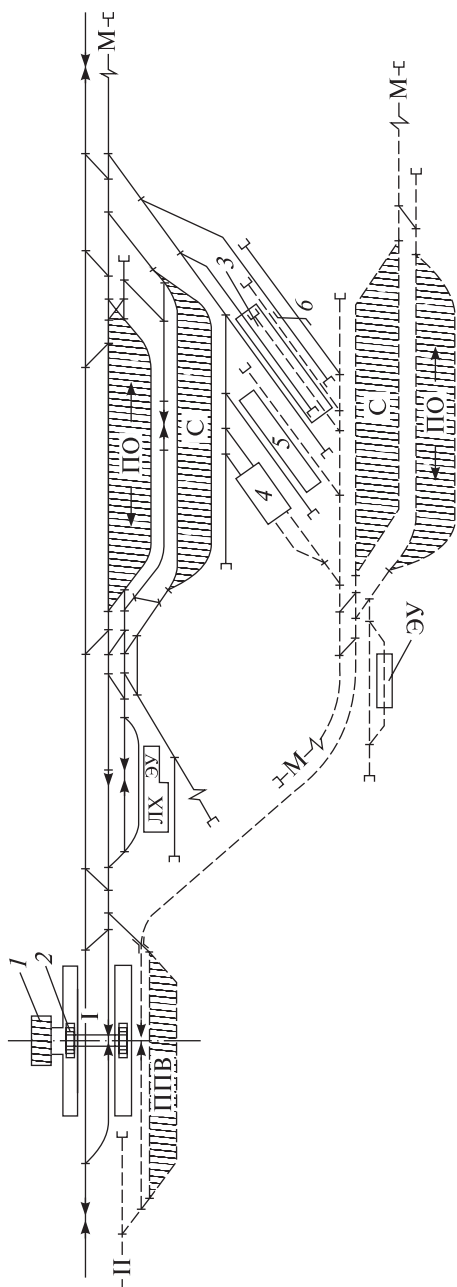


Рис. 32.3. Схема пограничной перегрузочной станции на стыке железных дорог колеи 1520 и 1435 мм с параллельным расположением парков путей разной колеи:

ПО — приемно-отправочный парк; С — сортировочный парк; ПВ — пункт перестановки вагонов; ЭУ — экипировочные устройства; ЛХ — локомотивное хозяйство; 1 — пассажирское здание; 2 — тоннель; 3 — склад ангарного типа; 4 — крытый склад с внутренним вводом путей; 5 — высокая перегрузочная платформа; 6 — сближение пути; ПВ — пункт перестановки вагонов; ЭУ — экипировочные устройства; ЛХ — локомотивное хозяйство

перегрузочные устройства. Для такой схемы требуется широкая станционная площадка.

На перегрузочной станции с комбинированным расположением основных устройств (см. рис. 32.4) для подачи групп вагонов на перегрузку используются вытяжные пути. Для этой станции требуется площадка более короткая, чем в схеме с последовательным расположением парков и перегрузочных устройств.

На крупных пограничных станциях могут быть предусмотрены технический парк для отстоя и технического обслуживания пассажирских вагонов, устройства для обслуживания рефрижераторного подвижного состава, пункт ремонта и подготовки вагонов под погрузку, промывочно-пропарочные станции и др.

Перегрузочные операции в зависимости от рода грузов и объема перегрузки выполняются на следующих устройствах: сближенных путях, крытых и открытых высоких платформах, на асфальтированных площадках, а также на повышенных путях, перегрузочных платформах для колесных грузов и в крытых складах. В необходимых случаях сооружают устройства для перегрузки наливных грузов, скотопогрузочные платформы, весы и др. Для выполнения грузовых операций используются краны, погрузчики, конвейеры и другие механизмы.

Сближенные пути с уменьшенным междупутьем применяются при небольших объемах перегрузки тарно-штучных грузов. Эти пути располагаются по тупиковой или сквозной схеме. Расстояние между осями путей принимается не менее 3,6 м. При данной схеме используются перекидные мостки, устанавливаемые между дверями вагонов, которые не позволяют применять механизацию при выполнении грузовых операций.

При значительных объемах работы для перегрузки и сортировки тарно-штучных грузов, а также для их хранения используются платформы и крытые склады. Навалочные грузы перегружаются и хранятся на открытых площадках. Наиболее выгодным считается расположение промежуточных платформ между путями с разной шириной колеи для организации прямого варианта перегрузки. Ширина платформ устанавливается с учетом технологии выполняемых перегрузочных работ и используемых средств механизации от 3 до 10 м, а при наличии сортировки она должна быть не менее 10 м.

Крытые склады с внутренним вводом железнодорожных путей позволяют хранить грузы, требующие определенного режима хранения. Остальные грузы, подлежащие перевалке или длительному хранению, обрабатываются на складах и площадках с внешним (объемлющим) расположением железнодорожных путей, один из которых имеет колею 1435 мм, а другой — 1520 мм. Такой тип перегрузочного фронта называется однопарным. При больших размерах грузопотоков рекомендуется укладывать с обеих сторон склада (площадки) по две пары путей, что позволяет сократить простой погрузочно-выгрузочных машин, вызываемые подачей или уборкой вагонов.

Наиболее распространенным способом передачи вагонов на железные дороги сопредельных железных дорог без перегрузки является смена тележек у вагонов на пограничной станции. На тележки колеи 1435 мм могут переставляться отечественные вагоны, если они отвечают техническим требованиям сопредельных железных дорог. Для перестановки вагонов на тележки другой колеи создаются специальные пункты перестановки вагонов. Для грузовых вагонов пункты перестановки специализируются по родам грузов и типам вагонов (для химических и нефтеналивных грузов, для специальных вагонов, для грузов, перевозимых в крытых и других универсальных вагонах).

Перестановочные пункты по конструкции могут быть открытого и закрытого типов. Первые располагаются на открытых площадках с твердым покрытием. Вторые устраиваются в цехе ангарного типа с вводом в него путей западноевропейской и отечественной колеи. В зависимости от потребной перерабатывающей способности пункты смены тележек могут иметь один или два перестановочных пути. Основной частью пунктов перестановки вагонов (см. рис. 32.5) является путь с шириной колеи 1508 мм, по которому могут свободно проходить вагоны колеи 1520 и 1435 мм.

Пассажирские поезда со стороны станции Б (с шириной колеи 1520 мм) принимают на путь I. Вагоны, следующие только до пограничной станции, отцепляют маневровым локомотивом на путь 7. Остальные вагоны, у которых необходимо сменить тележки, подаются со стороны А через вытяжной путь 8 на путь 4, который на участке *а—б* сужается с 1520 мм до 1508 мм, а на участке *в—г* — с 1508 мм до 1435 мм.

На участке пути 4 с шириной колеи 1508 мм, длина которого определяется числом позиций, возможна установка вагонов с тележками колеи и 1520 мм и 1435 мм. Вагоны для подъёмки расцепляют и устанавливают на позиции, оборудованные стационарными домкратами, которые размещают друг от друга на расстоянии, обеспечивающем возможность выкатывания тележек из-под вагонов. Для выкатки тележек предварительно вынимают шкворни, соединяющие тележки с кузовом вагона, и поднимают кузова вагонов домкратами. Выкаченные тележки колеи 1520 мм с помощью мостового или козлового крана переставляют с пути 4 на путь 5, а затем этим же краном к вагонам с пути 6 подают тележки колеи 1435 мм, которые закатывают под вагоны, опускают на них кузова вагонов и соединяют их шкворнями. На пути 4 в ходе перестановки тележек вагоны снабжают водой, а при необходимости — и топливом.

Для отправления на «А» составы через вытяжной путь 10 переставляют на приемо-отправочный путь 3. Замена тележек в пассажирских вагонах, прибывающих со стороны «А», осуществляется аналогичным порядком.

Кроме того, используется вариант перевозки грузов в межгосударственном сообщении в вагонах с раздвижными колесными парами. Необходимые устройства на пограничной станции позволяют передавать вагоны с одной колеи на другую после раздвижки колесных пар до необходимых размеров. Делается это автоматически при проходе поезда по специальному пути. В результате продолжительность процесса передачи вагонов с одной колеи на другую сокращается. Параллельно выполняются операции по приему и отправлению поезда, а также пограничные операции. На рис. 32.6 приведена схема пункта раздвижки колесных пар, который состоит из двух приемо-отправочных путей 1 и 2 колеи 1520 мм, двух путей

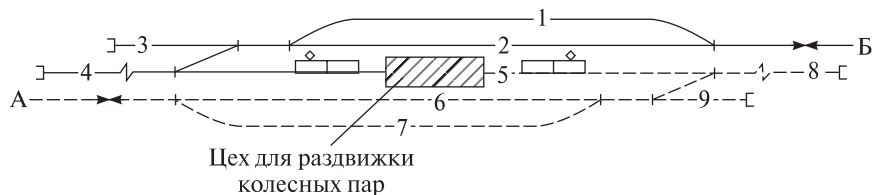


Рис. 32.6. Схема пункта раздвижки колесных пар

6 и 7 колеи 1435 мм, двух вытяжных путей 4 и 8 колеи соответственно 1520 и 1435 мм и тупиков 3 и 8, используемых при обгоне локомотивов.

При большом числе составов, требующих раздвижки колесных пар, эти составы, поступающие с линии колеи 1520 мм (со стороны «Б»), после обработки по прибытию в приемо-отправочном парке подают маневровым локомотивом на путь 2. Локомотив через тупик 3 подают на путь 1, откуда возвращают обратно в приемо-отправочный парк за следующим составом. Под состав с вытяжного пути 4 подают второй маневровый локомотив, которым вытягивают состав на путь 4, а затем осаживают на путь 5 в цех раздвижки колесных пар. При проходе цеха расстояние между колесами уменьшаются до нормы, предусмотренной на железных дорогах колеи 1435 мм, и в таком положении колеса фиксируются на оси. С противоположной стороны маневровым локомотивом колеи 1435 мм завершают протягивание состава через цех раздвижки колесных пар на вытяжной путь 8, откуда осаживают его на путь 6. Из приемо-отправочного парка со стороны «А» под этот состав подают другой маневровый локомотив, которым состав переставляют в приемо-отправочный парк колеи 1435 мм. Аналогично производится работа при поступлении составов со стороны «А».

При небольшом объеме работы подачу составов из приемо-отправочного парка как одной, так и другой колеи на пункт раздвижки колесных пар осуществляют одним и тем же маневровым локомотивом. В этом случае тупики 3 и 9 и пути 1 и 7 для обгона маневровых локомотивов могут не укладываться.

32.3. Межгосударственные пограничные передаточные станции

В случаях, когда железные дороги соседних с Россией государств имеют одинаковую ширину колеи (1520 мм), создаются пограничные передаточные станции. Такими станциями являются на границах: с Финляндией — Лужайка, Бусловская, Светогорск, Вяртсиля, Кивиярви; с Монголией — Наушки; с Белоруссией — Закопытье, Заольша, Красное, Невель, Сураж, Шестеровка; с Латвией — Себеж, Пыталово; с Эстонией — Ивангород, Печоры Псковские; с Украиной — Хутор Михайловский, Климов, Волфино, Витемля.

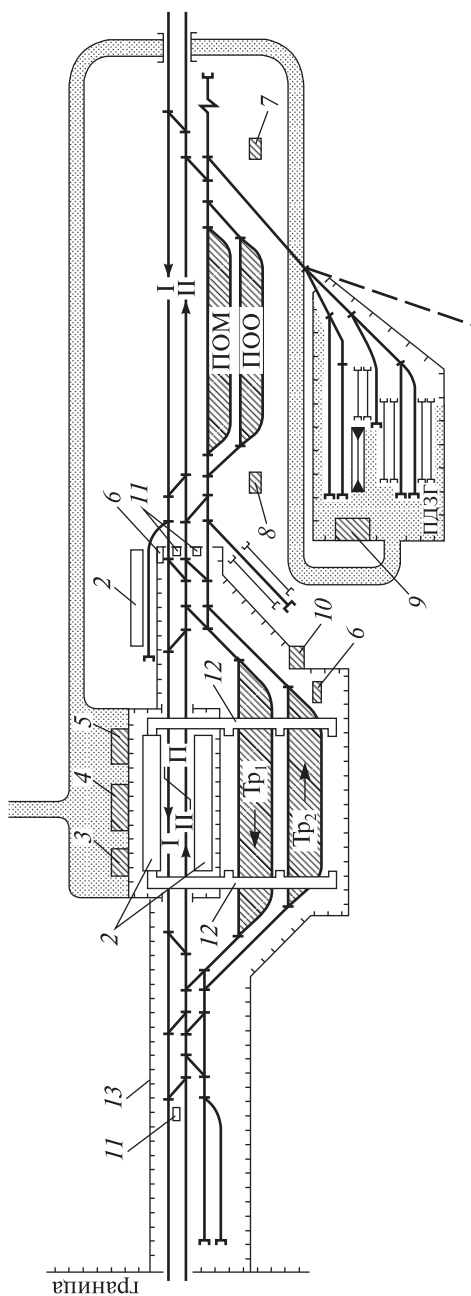


Рис. 32.8. Схема пограничной передаточной станции с последовательным расположением транзитных парков и парков для местных поездов и отстоя вагонов (условные обозначения — см. на рис. 32.7)

Пограничные передаточные станции располагаются непосредственно у границы или с некоторым незначительным удалением от нее вглубь страны (не более 10—15 км). При удалении такой станции от государственной границы она считается станцией передачи вагонов (или передаточной станцией).

Пограничные передаточные станции предназначены для передачи пассажирских и грузовых поездов, вагонов, грузов и контейнеров на железные дороги сопредельных государств.

В процессе передачи вагонов через границу осуществляется ряд специальных операций, характерных только для работы этих станций: пограничный досмотр и таможенный контроль, ветеринарный и фитопатологический осмотры грузов. Остальные операции (прием, отправление поездов, формирование и расформирование составов) выполняются, как на обычных грузовых станциях сети железных дорог общего пользования.

На пограничных передаточных станциях с грузовыми поездами, отправляемыми за границу и прибывающими из-за границы, выполняются следующие основные операции: прием и отправление поездов, технический осмотр и безотцепочный ремонт подвижного состава, коммерческий осмотр вагонов и устранение коммерческого брака, обработка, а иногда и перевод перевозочных документов, пограничный и таможенный досмотры, проверка документов и грузов санитарной инспекцией и ветнадзором, проведение маневров по прицепке и отцепке вагонов.

С проходящими через пограничный пункт пассажирскими поездами ведутся работы по приему и отправлению поездов, техническому обслуживанию состава объединенными бригадами осмотриков российской и сопредельной стороны, проверке документов у пассажиров пограничным нарядом, проведению совместно с проводниками вагонов погранично-таможенного контроля, досмотру купе и других помещений вагонов, наружному осмотру поезда пограничным нарядом, внутреннему осмотру почтово-багажных вагонов и локомотивов. Одновременно осуществляется таможенный контроль.

Для проведения указанных работ на пограничных передаточных станциях предусматриваются следующие устройства и сооружения: парк приема и отправления транзитных и местных пассажирских поездов с комплексом устройств для обслуживания пассажиров и

выполнения операций по таможенному и пограничному досмотрам; приемо-отправочный парк для технического обслуживания и осмотра транзитных грузовых поездов пограничной и таможенной службами с размещением в нем досмотровых постов, колодцев и служебных помещений; парки путей для местной работы, отстоя задержанных вагонов, а также производственно-складская зона для выполнения грузовых операций.

Существуют два варианта организации работы в приграничной зоне:

- создается одна пограничная передаточная станция общая для двух соседних государств, на которой производятся операции таможенными и пограничными службами обоих государств;
- устраиваются две пограничные станции на территории каждого из соседних государств.

Второй вариант получил большее распространение. Недостатком его является двойная обработка вагонов и проверка документов.

В районах пограничных переходов проектируют пограничные железнодорожные станции и погранично-таможенные контрольные пункты, которые могут располагаться на одной площадке или на значительном расстоянии друг от друга.

На рис. 32.7 приведена схема с последовательным расположением станции и пограничного контрольного пункта на одной площадке. Таможенный досмотр поездов при этой схеме осуществляется в парках для транзитных поездов TP_1 и TP_2 , а пограничный досмотр на отдельно расположенном пограничном контрольном пункте.

В схеме, представленной на рис. 32.8, таможенный и пограничный досмотры производят на одних и тех же путях, что позволяет сократить общее время обработки составов с экспортно-импортными грузами.

Контрольные вопросы

1. Для чего предназначены пункты перестановки вагонов?
2. Какой тип перегрузочного фронта называется однопарным?
3. Чем вызвана необходимость сооружения внутренних перегрузочных узлов?
4. Перечислите операции, которые должны выполняться на перегрузочных станциях.
5. Назовите основные типы перегрузочных станций.

6. В каком случае перегрузочные станции специализируют по роду перерабатываемого груза?

7. Для чего предназначены пограничные передаточные станции?

8. Где располагаются пограничные передаточные станции?

9. Какие операции характерны только для пограничных передаточных станций?

10. Перечислите устройства и сооружения пограничных передаточных станций.

Раздел VII

ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫЕ И ТРАНСПОРТНЫЕ УЗЛЫ

Глава 33. ПОНЯТИЯ О ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ И ТРАНСПОРТНЫХ УЗЛАХ. КЛАССИФИКАЦИЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ УЗЛОВ

33.1. Общие понятия о железнодорожных и транспортных узлах

Железнодорожным узлом называют комплекс технологически связанных станций, главных и соединительных путей в пункте пересечения или примыкания нескольких железнодорожных линий. Он обеспечивает пропуск транзитных грузовых и пассажирских поездов с одной линии на другую, передачу вагонов, следующих с переработкой, а также пересадку пассажиров.

В железнодорожных узлах станции специализируются по характеру работы на сортировочные, пассажирские и грузовые. В некоторых железнодорожных узлах они размещены на одной станционной площадке и представляют собой одну объединенную станцию. Объединенная станция, которая выполняет частичную переработку вагонопотоков, следующих с одной железнодорожной линии на другую, а также вагонов местной погрузки и выгрузки, может быть отнесена по своему путевому развитию к участковым.

В состав железнодорожного узла, как правило, входят: станции узла; главные пути в пределах узла, соединительные пути и путевые посты; пути необщего пользования; путепроводные развязки железнодорожных линий между собой, а также с шоссе и городскими магистралями; размещаемые в узле самостоятельные производственные единицы железнодорожного транспорта (заводы

по ремонту подвижного состава, электростанции, материальные склады и др.).

Границами железнодорожного узла служат границы входных раздельных пунктов.

Железнодорожный узел является одним из основных элементов транспортного узла. Транспортным узлом называют комплекс устройств нескольких видов транспорта, совместно выполняющих операции по обслуживанию транзитных и местных грузопотоков и пассажиропотоков. Кроме железнодорожного узла он может включать морской или речной порт, аэропорты, сети автомобильных дорог, промышленного, трубопроводного и городского транспорта.

В транспортном узле осуществляется массовая пересадка пассажиров и передача грузов с одного вида транспорта на другой. Стыковыми пунктами железнодорожного с другими видами транспорта являются пассажирские и грузовые станции.

33.2. Классификация железнодорожных узлов

Железнодорожные узлы в результате влияния различных факторов исторически сложились с разнообразными схемами, а также разными по мощности и характеру работы устройствами. Они различаются в зависимости от числа подходов, характера, направления и мощности грузопотоков и пассажиропотоков, их роли в инфраструктуре железнодорожного транспорта и местных условий.

По схеме размещения основных элементов различают железнодорожные узлы: с одной станцией; крестообразные; треугольные; с параллельным расположением станций; с последовательным расположением станций; радиальные; тупиковые; полукольцевые; кольцевые; комбинированные.

Схемы железнодорожных узлов первых трех типов являются первичными, так как в момент их образования при сооружении новых линий используется одна из этих схем.

В зависимости от роли железнодорожных узлов в инфраструктуре железнодорожного транспорта выделяют:

— транзитные узлы с небольшой по объему сортировочной работой. Они расположены, как правило, в районе городов с населением до 100 тыс. чел. и обслуживают главным образом транзитное грузовое и пассажирское движение с переработкой местных и транзитных вагонопотоков, поступающих в узел преимущественно

в участковых и сборных поездах. Размеры конечных пассажирских поездов и местной грузовой работы в этих узлах сравнительно небольшие;

- транзитные узлы с большим объемом сортировочной работы с транзитными вагонопотоками в соответствии с распределением сортировочной работы на сети железных дорог общего пользования;

- узлы со значительным объемом местной работы. Они расположены в районе городов с населением до 500 тыс. чел. и обслуживают, наряду с пропуском транзитных грузопотоков и пассажиропотоков, местную грузовую работу, а также значительные объемы местных и пригородных пассажирских перевозок;

- портовые узлы, выполняющие в основном перевалку грузов с воды на железную дорогу и обратно. Эти узлы расположены в районе морских или речных портов и обслуживают также города и их промышленные предприятия;

- промышленные узлы. Они обслуживают крупные промышленные районы и предприятия добывающей промышленности;

- узлы с большой местной работой. Они расположены в крупнейших городах с населением более 500 тыс. чел., обслуживают также значительные транзитные перевозки в железнодорожном или смешанном сообщении и имеют большие размеры пассажирского движения. Такие узлы могут включать в качестве составных элементов промышленные узлы.

Железнодорожные узлы также могут различаться по числу подходов, по числу и специализации станций в узле, наличию обходов и др.

Контрольные вопросы

1. Дайте определение железнодорожного узла.
2. Как специализируются в железнодорожных узлах станции по характеру работы?
3. Дайте определение транспортного узла.
4. Назовите состав транспортного узла.
5. Как классифицируются железнодорожные узлы по схеме размещения основных элементов?
6. Как классифицируются железнодорожные узлы в зависимости от роли в инфраструктуре железнодорожного транспорта?

Глава 34. ОСНОВНЫЕ ТИПЫ И СХЕМЫ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ УЗЛОВ

34.1. Узлы с одной станцией

Железнодорожные узлы с одной станцией образуются в местах пересечения двух магистральных линий или примыкания одной линии к другой в районе небольших (с населением до 50 тыс. чел.) и средних городов (с населением от 50 до 100 тыс. чел.). В узлах этого типа подходы примыкают к одной объединенной станции, обслуживающей грузовое и пассажирское движение.

Схемы узлов с одной станцией различаются в зависимости от числа подходов к узлу и количества главных путей на них, взаимного расположения приемо-отправочных и сортировочных парков, пассажирских и грузовых устройств, наличия путепроводных развязок подходов и других условий.

На рис. 34.1 и 34.2 представлены основные схемы железнодорожных узлов с одной станцией. Такие узлы должны иметь развязки подходов и специализацию парков по направлениям движения, как показано на представленных схемах.

На рис. 34.1 показана рекомендуемая схема узла с развязкой подходов по направлениям движения в месте пересечения двухпутной линии «А—Б» с двухпутной линией «В—Г». Развязка подходов по линиям (см. рис. 34.2) допускается в узлах, образованных на пересечении однопутной линии с двухпутной или двух однопутных линий, при незначительной корреспонденции поездопотоков между ними. При этом должна быть предусмотрена возможность переустройства в перспективе развязки по линиям в развязку по направлениям (Лиски, Лихая, Кинель).

При пересечении в узле с одной станцией двух двухпутных линий с преобладанием прямых потоков по каждой из них, главные пути одной из линий следует располагать в развязках с обоих концов узла по объемлющей схеме, как показано на рис. 34.3 сплош-

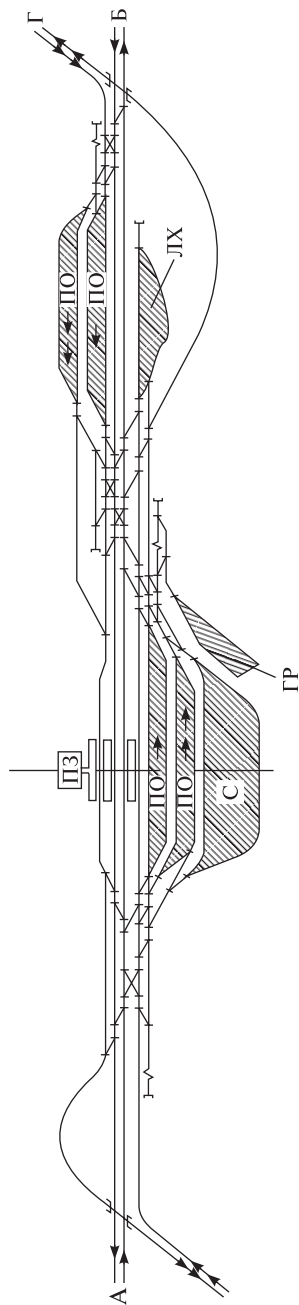


Рис. 34.1. Схема узла с одной станцией и развязкой подходов по направлениям движения:
С — сортировочный парк; ПО — приемо-отправочный парк; ГР — грузовой район; ЛХ — локомотивное хозяйство

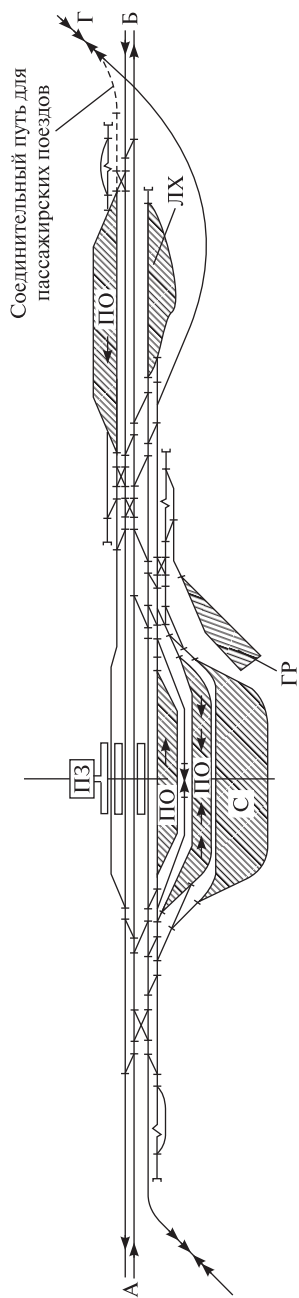


Рис. 34.2. Схема узла с одной станцией и развязкой подходов по линиям (условные обозначения — см. рис. 34.1)

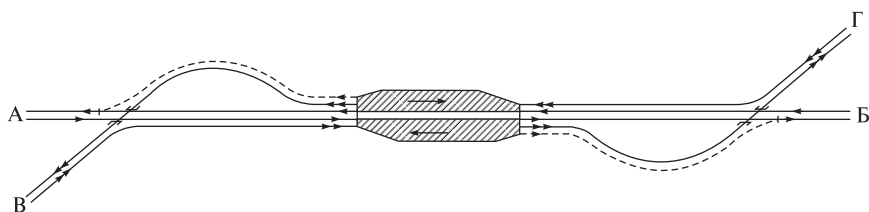


Рис. 34.3. Развязка подходов по объемлющей схеме с дополнительными соединениями

ными линиями. В случае, когда наряду с пересекающимися потоками имеются значительные поездопотоки, переходящие с одной линии на другую, могут быть запроектированы дополнительные соединения, которые показаны на рис. 34.3 штриховыми линиями, а также параллельные маршруты в горловинах станции для обеспечения высокой маневренности и наименьшего числа пересечений поездных маршрутов.

При примыкании однопутной линии к однопутной, на которой проектируется строительство вторых путей, следует предусматривать сооружение развязки по схеме, показанной на рис. 34.4. Аналогичные развязки могут быть запроектированы в обоих концах станции в тех случаях, когда предусматривается пересечение однопутной и двухпутных линий, со значительной корреспонденцией поездопотоков между ними.

Многие существующие узловые станции имеют поперечную схему расположения приемо-отправочных парков. При реконструкции таких узловых станций в случае значительных размеров

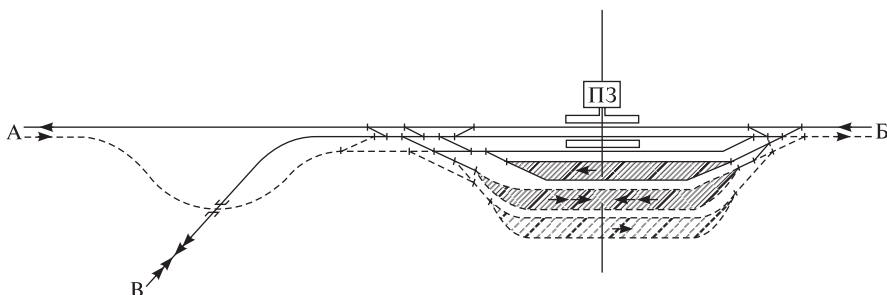


Рис. 34.4. Развязка подходов при примыкании однопутной линии к однопутной, развиваемой в двухпутную

транзитного грузового и пассажирского движения целесообразно соорудить новое парка по продольной или полупродольной схемам для приема транзитных грузовых поездов.

34.2. Узлы крестообразного типа

Железнодорожные узлы крестообразного типа сооружают при пересечении существующей линии под углом, близким к прямому, с новой линией, имеющей значительные прямые транзитные поездопотоки и, как правило, при небольшом объеме переработки вагонов (Тула, Пенза, Касторная).

В узле, представленном на рис. 34.5, основная станция 1 обычно имеет пассажирские и грузовые устройства, приемо-отправочные и

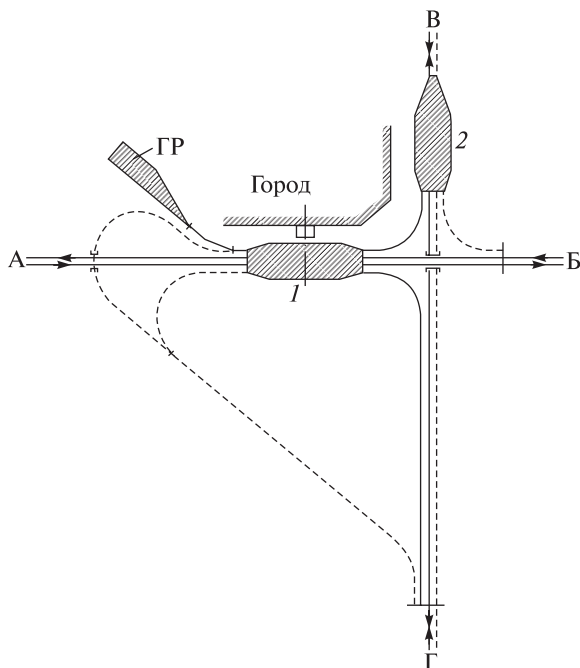


Рис. 34.5. Схема узла крестообразного типа:

1 — основная станция узла; *2* — станция для обслуживания транзитных поездов линии ВГ; ГР — грузовой район

сортировочные парки, локомотивное хозяйство. Эта станция размещается на основной линии «А—Б», имеющей большие размеры движения. На другой станции 2 узла выполняются операции с транзитными грузовыми поездами линии «В—Г» (техническое обслуживание и коммерческий осмотр составов, смена локомотивных бригад), а также обслуживается пассажирское движение линии «В—Г».

Устройство соединительных путей, показанных на рис. 34.5 пунктирными линиями позволяет сосредоточить переработку грузовых поездов обеих линий на станции 1.

В качестве первой очереди развития узла по крестообразной схеме может быть запроектирован узел с одной станцией, развиваемой впоследствии применительно к схеме, представленной на рис. 34.6.

Новые линии могут примыкать в крестообразном узле к входным станциям узла на любом из четырех направлений или к промежуточным станциям на подходах к узлу.

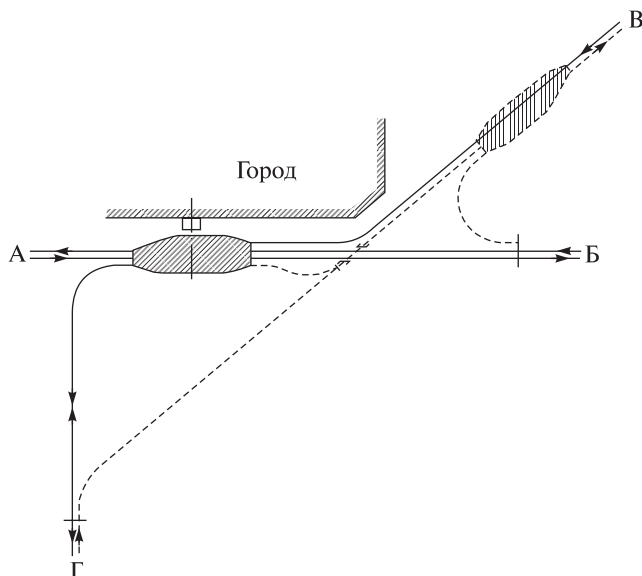
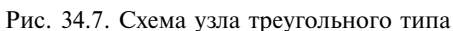


Рис. 34.6. Пример выделения первой очереди развития узла крестообразного типа

Схемы существующих узлов крестообразного типа в случае реконструкции, как правило, сохраняют, т.к. переход к другим схемам очень затруднителен.

34.3. Узлы треугольного типа

Специализация отдельных станций узла треугольного типа может быть различной и зависит от расположения города по отноше-



нию к узлу, а также размещения в нем сортировочных, пассажирских и грузовых устройств.

В тех случаях, когда пассажирские поезда следуют с каждого направления на два другие, пассажирские устройства необходимо иметь на станции, расположенной ближе к городу.

Сортировочную работу в узле треугольного типа целесообразно сосредоточить на станции узла, которая обслуживает и местную грузовую работу. Здесь же необходимо размещать экипировочные устройства для локомотивов.

В схеме на рис. 34.7 сортировочные устройства размещены на основной станции узла, на главной линии «А—Б».

При значительных размерах движения могут потребоваться дополнительные развязки главных путей, показанные пунктирными линиями на рис. 34.7.

Число подходов к узлу треугольного типа может быть и более трех. Дополнительные подходы обычно примыкают к входным горловинам станций узла.

В некоторых случаях узел треугольного типа может быть преобразован в крестообразный при сооружении нового подхода к узлу, как продолжения подхода из «В».

Узлы треугольного типа удобны для пропуска транзитных грузовых поездов по всем направлениям. В тоже время часть перерабатываемых вагонопотоков имеет перепробег при любом расположении сортировочной станции.

34.4. Узлы с последовательным и параллельным расположением станций

В случаях, когда для выполнения работы узла требуются две или несколько специализированных станций, узел проектируют применительно к схемам с последовательным или параллельным расположением станций в зависимости от топографии местности, планировки города, направления подхода новой линии и других местных условий.

Узлы с последовательным расположением станций обслуживают преимущественно прямые грузовые и пассажирские потоки, а также местную грузовую работу (Вологда, Смоленск, Саратов). Они различаются числом станций, их взаимным расположением и развязками

подходов. Наиболее часто встречаются узлы с последовательным расположением двух станций — пассажирской и сортировочной (см. рис. 34.8).

В представленной на рис. 34.8 схеме имеется по два двухпутных подхода с каждой стороны узла. Сортировочная станция размещается за пределами города со стороны тех подходов, с которых прибывает наибольшее число вагонов в переработку. Пассажирская станция размещается ближе к основным жилым районам города, а привокзальная площадь имеет удобную связь с основными городскими магистралями. Грузовая станция располагается между сортировочной станцией и городом.

В схемах узлов с последовательным расположением станций необходимо сооружение городских путепроводов в местах пересечения железнодорожных линий с основными городскими магистралями, так как город обычно располагается в данном случае по обеим сторонам железнодорожной линии.

Если по объему работы и конфигурации вагонопотоков в узле требуются две сортировочные станции, то их размещают по концам узла между пунктами слияния подходов и основными районами погрузки и выгрузки грузов.

В узлах с последовательным расположением станций имеются хорошие условия для пропуска пассажирских и транзитных грузовых поездов, а также обеспечивается высокая пропускная способность. Однако при большом числе примыкающих линий главный внутриузеловой ход является перегруженным, в связи с чем возникает необходимость в укладке на нем дополнительных главных путей или сооружения в узле обхода для грузовых поездов.

В узлах с параллельным расположением станций пассажирская и сортировочная станции расположены параллельно и имеют самостоятельные подходы главных путей (Омск, до сооружения сортировочной станции Московка). Такая схема может образоваться в процессе развития узла, когда вначале имеется объединенная станция для пассажирского и грузового движения, а затем в связи с ростом размеров движения сортировочные устройства выносятся на новое место. Причем по условиям рельефа местности или вследствие близости развязок подходов приходится размещать сортировочную станцию не последовательно, а параллельно с существующей пассажирской станцией.

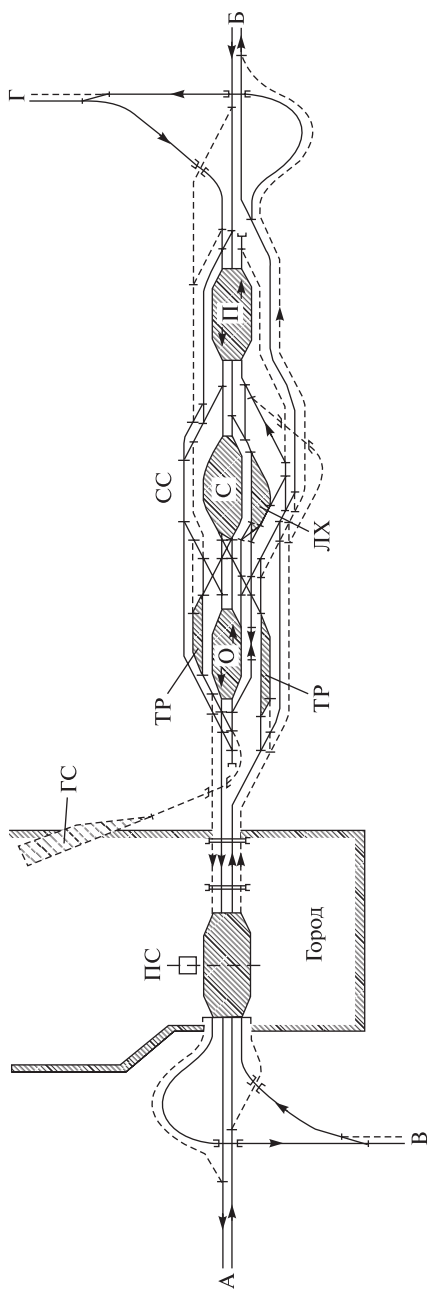


Рис. 34.8. Схема узла с последовательным расположением пассажирской и сортировочной станций:

ПС — пассажирская станция; СС — сортировочная станция; П — приемный парк; С — сортировочный парк;
 О — отправочный парк; ТР — транзитные парки; ЛХ — локомотивное хозяйство; ГС — грузовая станция

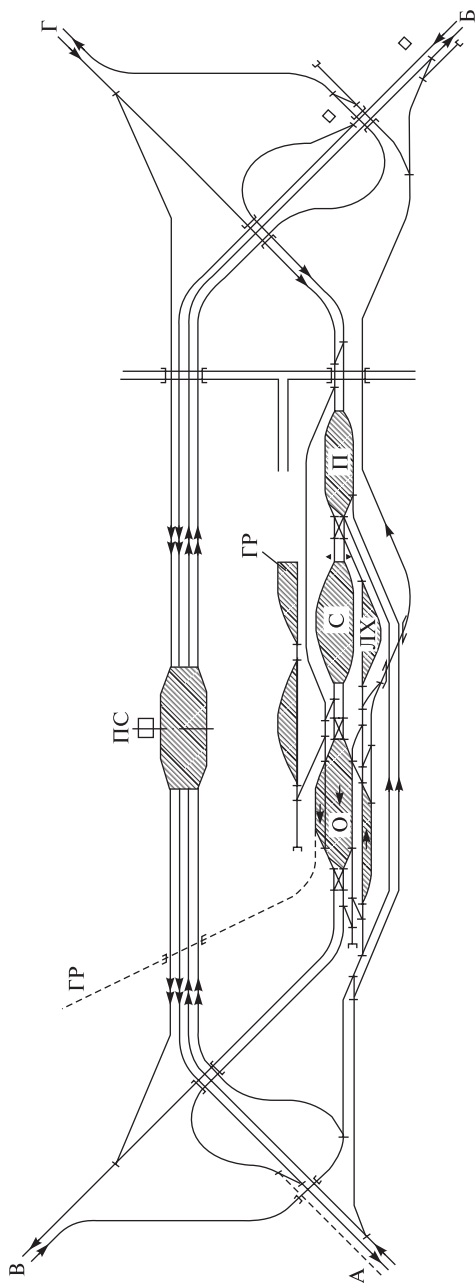


Рис. 34.9. Схема узла с параллельным расположением пассажирской и сортировочной станций:

ПС — пассажирская станция; П, С, О — приемный, сортировочный и отправочный парк сортировочной станции;
ЛХ — локомотивное хозяйство; ГР — грузовой район

На рис. 34.9 приведена схема узла, к которому с каждой стороны подходят две двухпутные линии. Главные пути, по которым поезда прибывают в узел, доводятся до парков приема. На подходах к узлу могут быть устроены обходы для пропуска угловых транзитных поездов.

Пассажирская станция размещается вблизи основных районов города, а грузовая — между пассажирской и сортировочной станциями или ближе к основному району города с устройством соединительного пути и сооружением путепровода через главные пассажирские пути.

Узлы с параллельным расположением станций и сооружением на подходах развязок по роду движения обеспечивают независимость работы пассажирских и сортировочных устройств. В то же время такие узлы занимают широкую площадку, затрудняют связь районов города, расположенных по обе стороны железнодорожной линии.

34.5. Узлы радиального типа

Узлы радиального типа проектируют при необходимости размещения станций на подходах к его центральной части, общей для всех сходящихся линий (Вязьма, Краснодар). В них подходы связаны между собой через основную станцию, расположенную в центре расходящихся линий. Конструкция таких узлов зависит от числа линий, размещения промышленных районов, объемов работы и местных условий.

На рис. 34.10 приведена схема узла радиального типа с пятью сходящимися линиями и с большой местной работой. В узлах рассматриваемого типа вагонопотоки, прибывающие в узел под выгрузку, направляются со всех подходов на сортировочную станцию. После расформирования составов прибывающих на сортировочную станцию поездов значительная часть вагонов совершает возвратные передвижения на станции выгрузки. Для устранения этого недостатка укладываются соединительные пути для пропуска угловых потоков.

Недостатки узлов радиального типа особенно проявляются в случаях размещения крупных промышленных предприятий в районах нескольких станций на разных подходах к узлу. При реконструкции существующих узлов этого типа следует предусматривать обходы или дополнительные разгружающие соединительные пути.

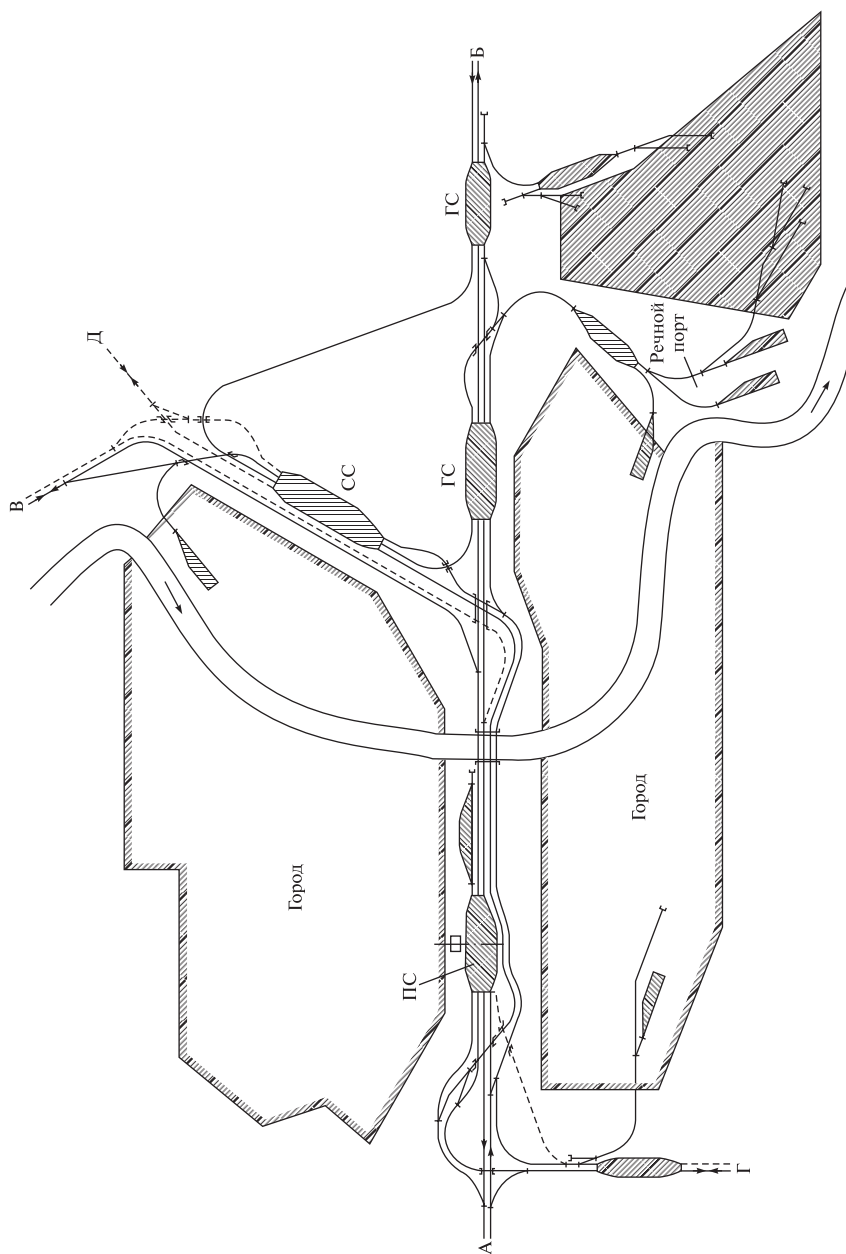


Рис. 34.10. Схема узла радиального типа:

ПС — пассажирская станция; СС — сортировочная станция; ГС — грузовая станция

В радиальных узлах, имеющих большое число подходов, а также перспективу роста промышленности обслуживаемого узлом города, возможно рассмотрение варианта сооружения полукольца или кольца, устраняющих недостатки этих узлов.

34.6. Узлы тупикового типа

Узлы тупикового типа проектируются в конечных пунктах магистральных линий, где зарождаются и погашаются потоки грузов и пассажиров, для обслуживания которых необходимо иметь две и более специализированных станций (Владивосток).

Узлы тупикового типа, расположенные не перед водными преградами (морем), обычно имеют в своем составе одну-две станции и являются первым этапом развития узла. Пассажирскую станцию (см. рис. 34.11) в таких узлах следует устраивать в той части города, которая имеет хорошую внутригородскую транспортную инфраструктуру. В случае продолжения железнодорожной линии в направлении «Б» необходимо сооружение новой пассажирской станции 2. В связи с этим в таких узлах целесообразно заранее предусматривать возможность проектирования пассажирской станции сквозного типа.

Грузовая работа в узлах тупикового типа в основном состоит в обслуживании грузового района и путей необщего пользования (подъездных путей предприятий), расположенных в черте города. Для сортировочной работы с местным грузом используется грузовая станция.

34.7. Узлы кольцевого и полукольцевого типов

Узлы кольцевого типа образуются в пунктах слияния большого числа магистральных линий, связанных между собой окружной железной дорогой, как правило, за пределами территории города. Для них характерен значительный объем взаимной корреспонденции транзитного и местного вагонопотока сходящихся линий.

Такие узлы создаются из узлов других типов путем последовательного развития отдельных станций и соединения сходящихся линий. Некоторые узлы проектировались сразу кольцевого типа (Москва).

Кольцевые узлы имеют несколько специализированных станций — сортировочных, пассажирских и грузовых, расположение и

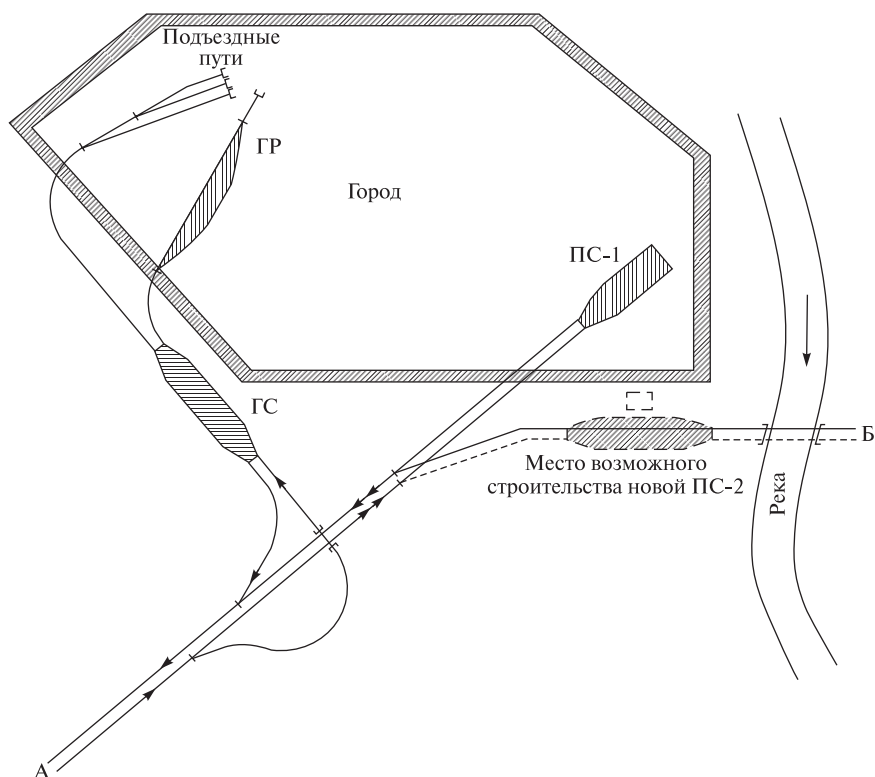


Рис. 34.11. Схема узла тупикового типа:
 ПС-1 — пассажирская станция 1; ПС-2 — пассажирская станция 2;
 ГС — грузовая станция; ГР — грузовой район

число которых определяется планировкой города, объемом работы и топографией местности.

Узлы кольцевого типа подразделяются на обычные и с диаметром.

Для обычных кольцевых узлов (см. рис. 34.12) характерно наличие окружной железной дороги без соединений внутри кольца и расположение специализированных станций непосредственно на кольце.

При наличии в узлах кольцевого типа диаметров (см. рис. 34.13) организуется прямое сообщение между отдельными сходящимися

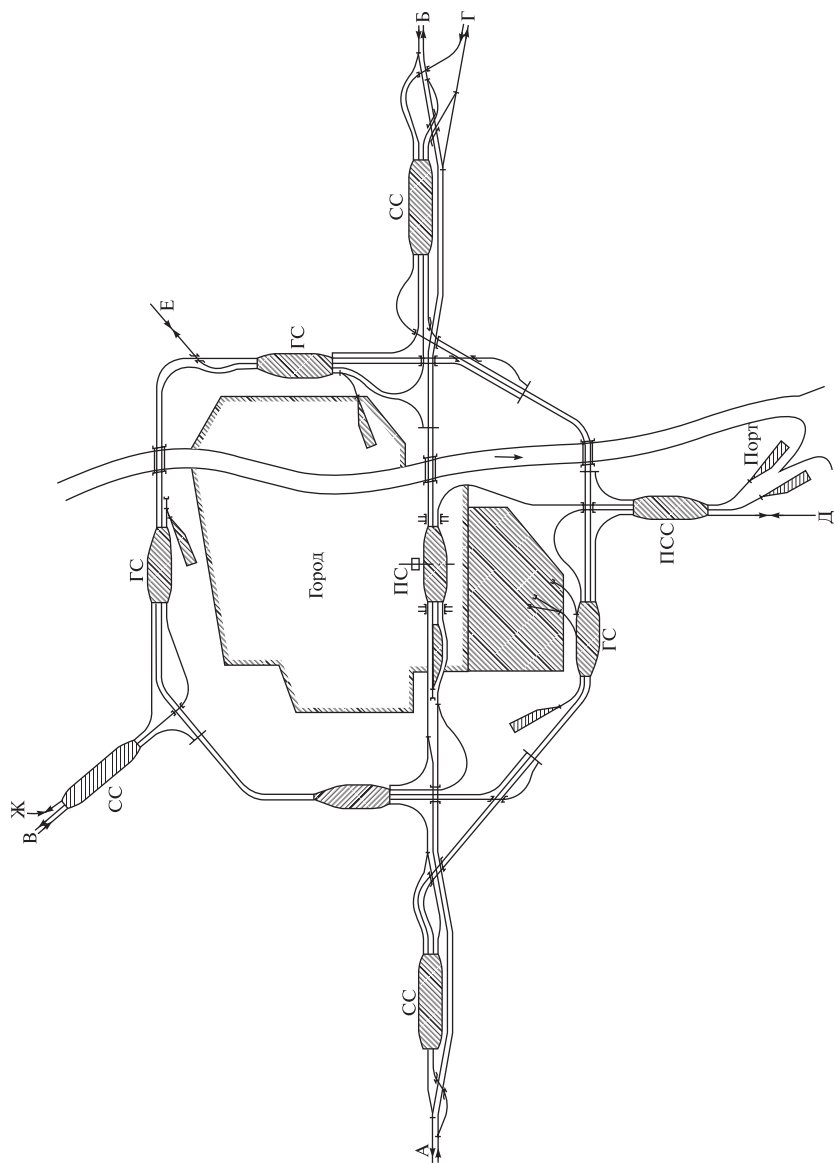


Рис. 34.13. Схема узла кольцевого типа с диаметром:

ПС — пассажирская станция; СС — сортировочная станция; ГС — грузовая станция; ПСС — портовая сортировочная станция

линиями и обеспечивается доставка пассажиров в центральную часть города. Последнее возможно и в кольцевых узлах, имеющих входящие в центр города радиусы, заканчивающиеся внутри кольца пассажирской станцией.

Для обслуживания пассажирского подвижного состава в узлах кольцевого типа, кроме пассажирских, сооружаются пассажирские технические станции, размещаемые с учетом обеспечения максимальной поточности в передвижении пассажирских составов на кольцо и подходов к нему.

Грузовые станции и пути необщего пользования в таких узлах могут размещаться как на кольце, так и на ответвлениях от него.

Число сортировочных станций и их размещение в узлах кольцевого типа зависят от числа подходов, размеров и направления вагонопотоков, а также от местных условий. Обычно сооружается несколько сортировочных станций, которые при наличии мощных вагонопотоков сооружаются на подходах к узлу за пределами города.

Кольцевые узлы имеют высокую пропускную способность и обеспечивают пропуск поездов с одной линии на другую без угловых заездов. В то же время к недостаткам таких узлов следует отнести значительные перепробеги подвижного состава по кольцу при пропуске поездов с одного направления на другое.

Узлы полукольцевого типа образуются при наличии с одной стороны города естественного препятствия (моря, большого озера, крупной реки), не позволяющего проложить полное кольцо (Новосибирск, Санкт-Петербург).

В узлах этого типа (см. рис. 34.14) имеются обычно вводы в город, заканчивающиеся пассажирскими и грузовыми станциями. Если в узле имеется порт, то полукольцо связано с портовой станцией, как показано на рис. 34.14.

Сортировочные станции размещаются на подходах к полукольцу и являются, как правило, объединенными для нескольких направлений.

При реконструкции железнодорожных узлов, обслуживающих крупнейшие города, необходимо рассматривать возможность развития их по кольцевой или полукольцевой схемам. В таких схемах отдельные соединительные пути и участки внутриузловых ходов необходимо проектировать как части будущих окружных дорог,

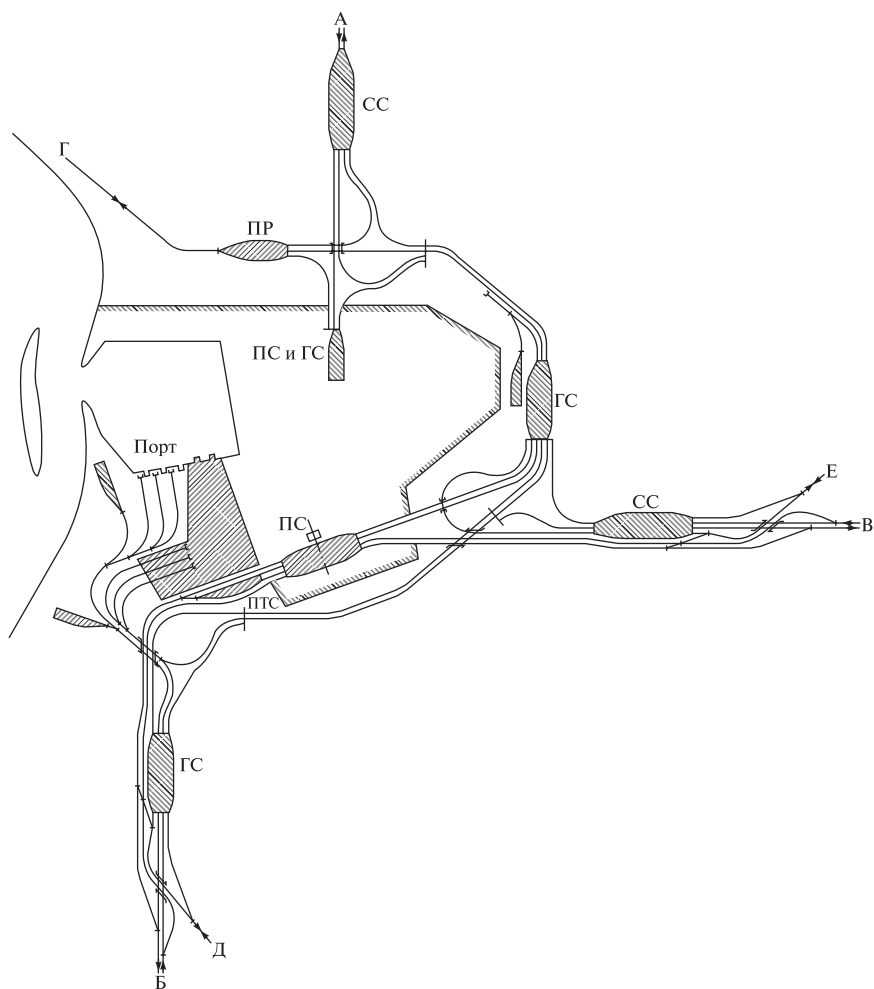


Рис. 34.14. Схема узла полукольцевого типа:

ПС — пассажирская станция; ПТС — пассажирская техническая станция;
 СС — сортировочная станция; ГС — грузовая станция; ПР — промежуточная станция

чтобы образование кольца или полукольца осуществлялось по наиболее рациональным трассам, с этапностью развития, обеспечивающей наименьший объем бросовых работ.

34.8. Узлы комбинированного типа

К узлам комбинированного типа относятся узлы, представляющие собой сочетание двух или более их типов, как по расположению основных элементов, так и по характеру работы. В такие сочетания могут входить узлы с последовательным расположением станций, крестообразные, треугольные и др. По характеру работы узлы комбинированного типа являются узлами с большой местной работой.

Данные узлы условно можно разделить на две группы: узлы с параллельными ходами и узлы на берегах крупных рек.

Узлы с параллельными ходами в основном развиваются из узлов с последовательным расположением станций, когда по условиям пропускной способности существующий ход специализируется для пассажирского движения, а для грузового движения устраивается дублирующий ход в обход города.

Параллельный внутриузловой ход повышает маневренность и пропускную способность узла. Распределение работы между параллельными ходами зависит от размещения в узле сортировочных и грузовых станций, планировки города и других местных условий.

На рис. 34.15 представлена схема узла комбинированного типа построенного первоначально по крестообразному типу. Второй ход в узле связывает направление «Д» с сортировочной станцией I и создает дублирующий ход для пропуска поездов на направления «Б», «В» и «Г».

Узлы комбинированного типа на берегах крупных рек образуются в тех случаях, когда город размещается на обоих берегах реки и две части узла соединяются мостовыми переходами.

На рис. 34.16 показан пример комбинированного узла с одним мостовым переходом. В этом узле часть станций размещена последовательно, а станции III, IV и V образуют узел треугольного типа.

Узлы комбинированного типа сохраняют в той или иной степени достоинства и недостатки основных типов узлов, из которых они образованы.

34.9. Промышленные железнодорожные узлы

Для обслуживания крупных предприятий добывающей и обрабатывающей промышленности сооружаются специальные устройс-

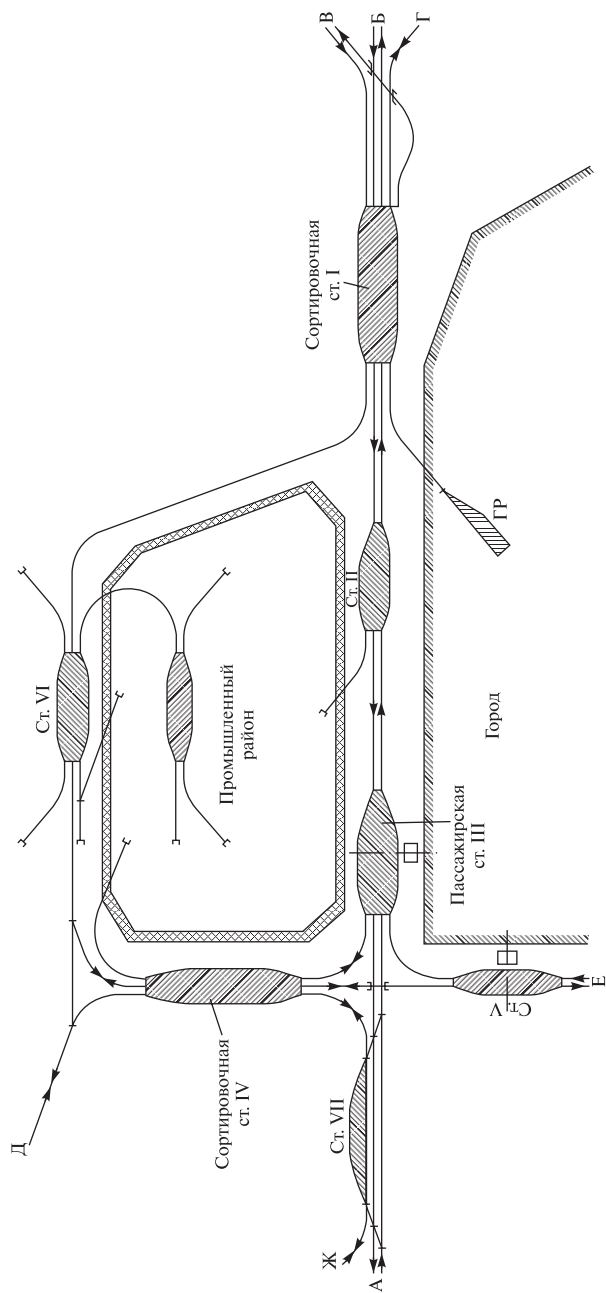


Рис. 34.15. Схема узла комбинированного типа с параллельным ходом

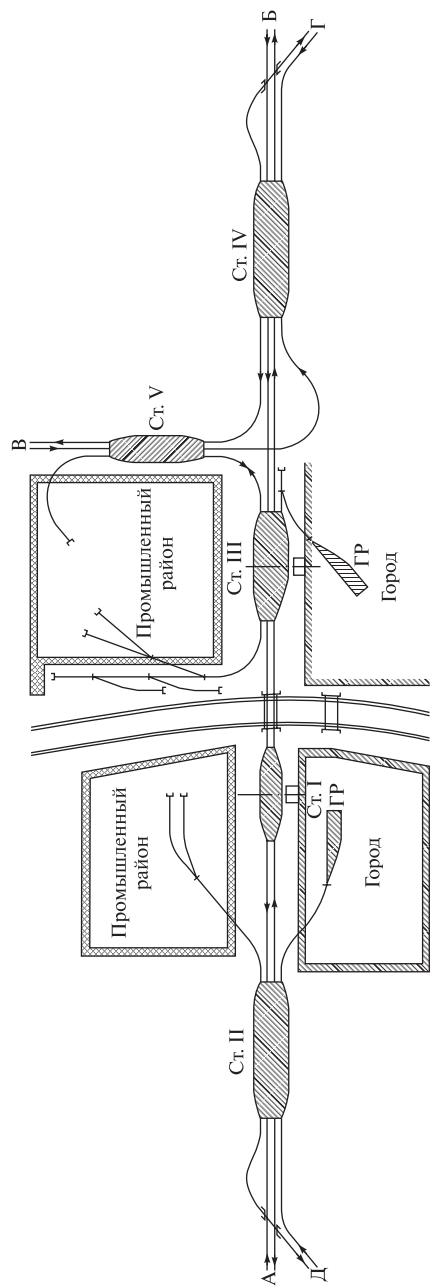


Рис. 34.16. Схема узла комбинированного типа на берегу крупной реки

тва, образующие в комплексе промышленный железнодорожный узел, являющийся составной частью транспортного промышленного узла.

В состав промышленного железнодорожного узла входят пути необщего пользования, связывающие предприятия со станцией примыкания сети железных дорог общего пользования; станции, обслуживающие производственные предприятия, где осуществляется поездообразование; соединительные пути между отдельными промышленными станциями; внутризаводские железнодорожные пути.

Транспортные промышленные узлы, кроме устройств железнодорожного транспорта, включают устройства автомобильного, конвейерного, трубопроводного, водного транспорта и др.

Промышленные железнодорожные узлы в своем составе имеют несколько станций, непосредственно обслуживающих промышленные предприятия, которые могут размещаться как на сети железных дорог общего пользования, так и на путях необщего пользования.

Схемы промышленных железнодорожных узлов зависят от размещения предприятий по отношению к магистральной железнодорожной линии, размеров грузооборота, характера работы предприятий и местных условий.

Промышленные узлы в районах добывающей промышленности характерны массовым отправлением грузов и прибытием значительного количества порожних вагонов. В состав узла входят станции примыкания, соединительные пути, погрузочные пункты и сборные станции. При наличии в узле обогатительной фабрики углесборочная станция обслуживает обогатительную фабрику и может иметь две группы парков. Одна группа включает парк приема, пути выгрузки и парк порожних вагонов. Она перерабатывает угольные поезда, прибывающие с пунктов погрузки угля. Другая группа имеет приемо-отправочный парк, парк погрузки обогащенного угля и сортировочные пути для вагонов, прибывающих в адрес шахт. Она предназначена для приема поездов, поступающих с сети железных дорог общего пользования, погрузки обогащенного угля, формирования и отправления поездов на общую сеть.

Промышленные узлы обрабатывающей промышленности характерны массовым прибытием сырья и топлива, большей частью в маршрутах. Обратные вагонопотоки с продукцией предприятий значительно меньше.

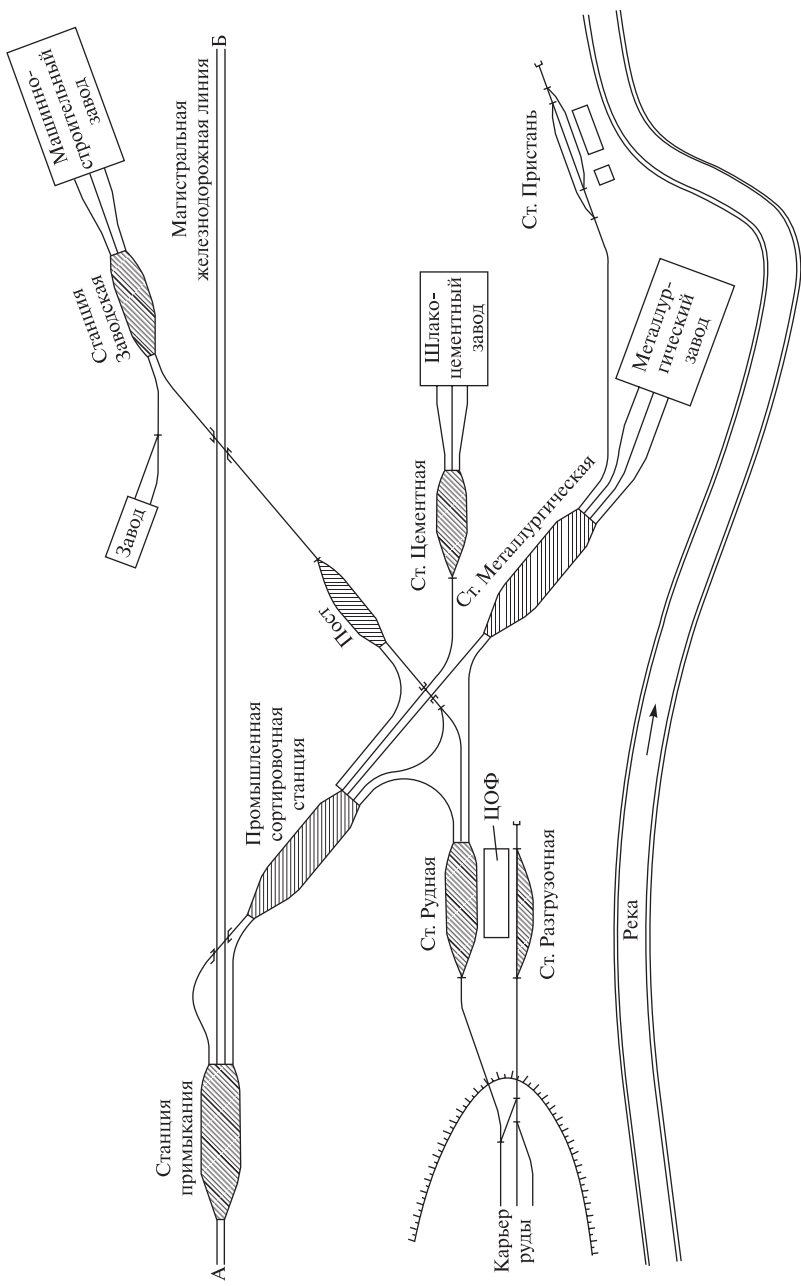


Рис. 34.17. Схема промышленного железнодорожного узла туликовского типа

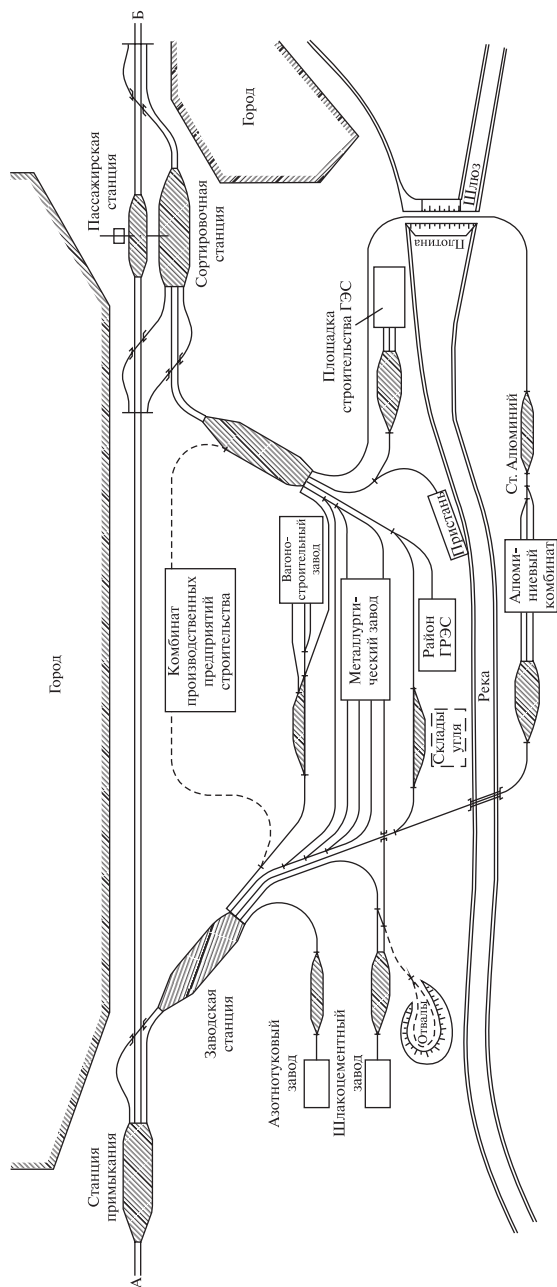


Рис. 34.18. Схема промышленного железнодорожного узла сквозного типа

Схемы узлов обрабатывающей промышленности бывают тупикового или сквозного типа. В состав тупикового узла (см. рис. 34.17) входят: станция примыкания, находящаяся на сети железных дорог общего пользования, через которую поступает сырье и отправляется готовая продукция; промышленная сортировочная станция, где расформировываются передаточные поезда, поступающие с сети железных дорог общего пользования, и формируются подачи на заводские станции, а также передаточные поезда в обратном направлении; заводские станции, обслуживающие соответствующее производство.

Узел сквозного типа (см. рис. 34.18) включает две станции примыкания — основную и вспомогательную, сортировочные станции и станции, обслуживающие производственные объекты.

При проектировании промышленных железнодорожных узлов необходимо увязывать схему узла с генпланом предприятия, предусматривать поточность передвижений вагонопотоков в узле, исключать по возможности пересечения в одном уровне железнодорожных линий магистрального и промышленного транспорта, а также с автодорогами.

34.10. Принципы развития узлов основных типов

Необходимость развития железнодорожных узлов может быть вызвана различными причинами, в том числе увеличением размеров движения на подходах к узлу, ростом городов, примыканием новых линий и др.

В связи с ростом размеров грузовых и пассажирских перевозок может потребоваться усиление внутриузлового хода, устройство новых развязок, развитие станций с целью усиления их мощности.

При развитии городов иногда требуется выносить отдельные станции на новое место, сооружать новые станции, изменять трассы главных и соединительных путей, сооружать путепроводные развязки железнодорожных путей с городскими магистралями.

Простейшие случаи развития узлов сводятся к переустройству отдельных станций без изменения их роли, а также сооружению дополнительных развязок без существенного изменения принципиальной схемы узла. В более сложных случаях необходимо сооружение новых станций и дополнительных соединительных линий, изменяющих схему узла. В последнем случае схема развития узла

зависит от существующей схемы размещения основных устройств, схемы примыкания новых линий, генерального плана развития города, размещения крупных промышленных предприятий, мощности и направления грузовых и пассажирских вагонопотоков, развития других видов транспорта и местных условий.

В узлах с несколькими станциями необходимо обеспечить рациональное распределение работы между станциями и концентрацию однородных по своему характеру операций на одной станции или на меньшем числе станций.

Обслуживание конечных дальних и местных пассажирских поездов, прибывающих со всех направлений, целесообразно сосредоточить на основной пассажирской станции узла, расположенной удобно по отношению к городу. Техническую пассажирскую станцию следует располагать последовательно и рядом с пассажирской станцией. Узлы с большим числом подходов, обслуживающие особо крупные города, могут иметь дополнительные пассажирские станции для конечных поездов. В этом случае технические пассажирские станции следует устраивать объединенными.

Транзитные пассажирские поезда должны пропускаться через основную пассажирскую станцию для обеспечения удобной пересадки транзитных пассажиров. При сооружении в узле новой пассажирской станции ее следует размещать в увязке со схемой городского транспорта и планировкой города, создавая удобную связь вокзала с основными районами города.

В узлах, имеющих значительные потоки транзитных грузовых поездов, необходим быстрее их пропуск без угловых заездов и с минимальным числом пересечений с внутриузловыми передвижениями. Экипировочные устройства для обслуживания транзитных поездов, следующих без переработки в узле, могут размещаться как на сортировочных, так и на других станциях узла в зависимости от его схемы.

Существенное значение для сокращения пробегов подвижного состава в узлах имеет рациональное взаимное размещение сортировочных и грузовых станций.

Сортировочную работу в узлах целесообразно концентрировать на одной сортировочной станции, что сокращает как капитальные, так и эксплуатационные затраты. В узлах кольцевого и полукольце-

вого типа, а также в других узлах, обслуживающих крупные города, при технико-экономическом обосновании, число сортировочных станций может быть увеличено.

Необходимость сооружения дополнительной сортировочной станции возникает при невозможности развития существующей станции, размещенной в стесненных условиях, а также значительном числе назначений с основной станции узла на грузовые станции и пути необщего пользования.

Для обеспечения возможности развития города на перспективу сортировочные станции следует размещать за его пределами. При этом должны обеспечиваться хорошие условия организации обслуживания пунктов местной работы, кратчайшие маршруты пропуска перерабатываемого транзитного и местного вагонопотока, сокращения размеров передаточного движения в узле.

Размещение грузовых станций в узлах зависит от численности и формы расселения населения города, размещения в нем промышленных предприятий и типа железнодорожного узла.

Количество грузовых станций в узлах определяется объемом местной работы, размещением пунктов погрузки и выгрузки, планировкой города, количеством подходов и устанавливается на основании технико-экономических расчетов.

Грузовые станции могут размещаться в зависимости от конфигурации города в пределах определенных районов или на линиях, подходящих к узлу. В случае расположения грузовой станции в черте города сокращается пробег автотранспорта и уменьшается загрузка железнодорожных линий. Однако в этом случае нарушается планировочная структура города и снижается пропускная способность улиц. При размещении грузовых станций на подходах к узлу сокращается пробег местных вагонов в пределах узла, но возрастает стоимость доставки грузов автотранспортом.

В узлах, имеющих несколько грузовых станций, целесообразно их специализировать по родам грузов. Специализация грузовых станций по роду груза и концентрация грузовой работы на меньшем числе станций позволяет рационально размещать станции в узле с учетом сложившейся планировки города, более эффективно использовать техническое оборудование станций и погрузочно-разгрузочные машины и механизмы.

Устройства локомотивного хозяйства размещаются в узле с учетом обеспечения наименьших пробегов локомотивов. Ремонтные предприятия размещаются, как правило, на основной сортировочной станции узла. При наличии в узле вспомогательной сортировочной станции на ней размещается оборотное депо для обслуживания локомотивов местных поездов. Экипировочные устройства в крупных узлах могут размещаться на грузовых станциях для обслуживания вывозных и маневровых локомотивов, а также на предузловых — для экипировки локомотивов угловых транзитных поездов, следующих по соединительному пути в обход узла.

Разрабатывая проекты развития узлов, обычно рассматривают несколько вариантов, различающихся размещением отдельных станций, развязками подходов и других элементов. При выборе варианта осуществляют технико-экономические расчеты и учитывают также условия обслуживания населения города и промышленных предприятий, увязки с планировкой города, степень использования существующих устройств, возможность дальнейшего развития узла.

Развитие узла во многом зависит от первичной схемы, по которой развивался узел.

В случае развития узла с одной станцией и новыми примыканиями к станции под значительными углами по отношению к основной линии образуется узел радиального типа. Узел треугольного типа при подходе новой линии преобразуется в узел крестообразного типа.

Узлы крестообразного типа при развитии, как правило, сохраняют свой тип. Однако если на одном из подходов сооружается несколько специализированных станций, расположенных последовательно, узел развивается в комбинированный тип.

Во всех случаях развитие узлов осуществляется комплексно с выделением нескольких очередей и этапов строительства с таким расчетом, чтобы при их реализации в наименьшей степени затруднялась эксплуатационная работа и была обеспечена необходимая пропускная и перерабатывающая способность узла в соответствии с намеченными размерами работы на данный расчетный срок. Каждый этап предусматривает завершение работ по какому-нибудь элементу узла, что обеспечивает наращивание пропускной и перерабатывающей способности.

34.11. Зарубежный опыт развития железнодорожных узлов

За рубежом железнодорожные узлы, обслуживающие небольшие населенные пункты и города, построены по схемам, характерным и для России.

В крупных городах железнодорожные узлы имеют радиально-кольцевую или радиально-полукольцевую схему с внутренними диаметрами и радиусами. Для них характерны значительное число подходов железнодорожных линий (Нью-Йорк — 26; Париж — 16; Берлин — 12); несколько кольцевых или полукольцевых линий, осуществляющих связь между сходящимися линиями (по внутреннему кольцу — для пассажирского и местного движения, по внешнему — для транзитных грузовых поездов); многопутные участки на подходах к узлу (в Берлинском узле 7 четырехпутных линий); большое количество путепроводных развязок как при подходах к узлу, так и внутри узла.

Зарубежные узлы включают, как правило, много пассажирских станций. Так, например, число пассажирских станций в железнодорожном узле Лондона составляет 15, Вены — 13, Рима — 10. Пассажирские станции в основном располагаются на радиусах и диаметрах. В конце радиальных линий внутри кольца размещаются пассажирские вокзалы, расположенные вблизи центра города. На некоторых пассажирских станциях размещают грузовые устройства с соответствующим путевым развитием (станция Северо-Западная в Венском узле), для ускорения доставки грузов городским потребителям.

Развитие пассажирских станций в составе железнодорожных узлов характеризуется объединением нескольких станций с закрытием части из них или изменением их специализации с одновременной модернизацией, обеспечивающей удобные для пассажиров связи железных дорог с другими видами транспорта.

Сортировочные станции располагаются, как правило, на подходах к узлам. Их количество зависит от объема и характера работы по поездообразованию и составляет в Нью-Йоркском узле 23 станции, в Парижском — 13, Венском — 9.

В странах Западной Европы имеются объединенные сортировочно-грузовые станции, на которых обрабатываются транзитные и местные вагонопотоки, а также выполняются грузовые операции.

Грузовые станции в крупных узлах размещаются на внутреннем кольце или на подходах к узлу. Их количество часто превышает 10—20 станций.

Подходы к развитию железнодорожных узлов в Северной Америке и Западной Европе существенно различаются.

Для железнодорожных узлов США характерны стихийность и бесплановость развития. В результате многие узлы имеют большое нагромождение различных станций (в Нью-Йоркском узле 93 станции, в том числе 60 грузовых) и соединительных ветвей. При этом железнодорожные линии часто проходят через густонаселенные районы города в одном уровне с улицами.

Железнодорожные узлы европейских стран первоначально строились тупикового или сквозного типа (треугольного или крестообразного) с последующим развитием по более сложным схемам. При этом новые железнодорожные ветви, дуги и кольца, соединяющие действующие линии, строились в обход городских территорий и с развязками в разных уровнях с автомобильными магистралями (Мюнхен, Верден, Мадрид, Брюссель).

Основным направлением дальнейшего совершенствования железнодорожных узлов за рубежом является концентрация сортировочной работы на меньшем числе станций, создание и развитие транспортно-логистических комплексов, а также многофункциональных вокзальных комплексов.

Контрольные вопросы

1. В каких случаях образуются железнодорожные узлы с одной станцией?
2. Как различаются схемы узлов с одной станцией?
3. В каких случаях проектируются железнодорожные узлы крестообразного типа?
4. Назовите особенности узлов крестообразного типа.
5. В каких случаях образуются железнодорожные узлы треугольного типа?
6. Назовите преимущества и недостатки узлов треугольного типа.
7. В каких случаях образуются узлы с последовательным и параллельным расположением станций?

8. Назовите преимущества и недостатки узлов с последовательным и параллельным расположением станций.

9. В каких случаях образуются узлы радиального типа?

10. Назовите преимущества и недостатки узлов радиального типа.

11. В каких случаях образуются узлы тупикового типа?

12. В каких случаях образуются узлы кольцевого и полукольцевого типов?

13. Назовите преимущества и недостатки узлов кольцевого и полукольцевого типов.

14. Какие узлы относятся к узлам комбинированного типа?

15. Какие элементы входят в состав промышленного железнодорожного узла?

16. Какими причинами может быть вызвана необходимость развития железнодорожных узлов?

17. Назовите основные принципы размещения пассажирских, сортировочных и грузовых станций при развитии узлов.

Глава 35. РАЗВЯЗКИ ПОДХОДОВ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ ЛИНИЙ В УЗЛАХ

35.1. Основные виды пересечений маршрутов в узлах

В железнодорожных узлах на подходах к станциям и в их горловинах пути, по которым следуют поезда, имеют пересечения между собой или с ходовыми и соединительными путями.

Различают пересечения маршрутов следования поездов в *одном* и *разных* уровнях. При этом пересечение путей в одном уровне может быть с устройством и без устройства шлюзов.

В пересечении маршрутов в одном уровне могут участвовать маршруты прибытия поездов на станцию, маршруты отправления поездов и маневровые маршруты. Наиболее неблагоприятным по условиям безопасности движения поездов является взаимное пересечение маршрутов прибытия поездов. Поэтому такое пересечение маршрутов в одном уровне допускается только при соответствующем обосновании.

Основным требованием при выборе вида пересечения маршрутов является обеспечение заданной пропускной способности и условий безопасности движения, с учетом профиля и плана подходов к пересечению, а также экономических факторов.

Пересечения новых железнодорожных линий с другими железнодорожными линиями, магистральными улицами общегородского значения, а также автомобильными дорогами следует проектировать в разных уровнях.

При проектировании путепроводных развязок в узлах необходимо учитывать новые линии, дополнительные главные и соединительные пути между сходящимися линиями и отдельными станциями, намечаемые к строительству на перспективу.

Выбор схемы развязки осуществляется на основе технико-экономического сравнения ее вариантов, с учетом размеров и направления движения поездов, организации тягового обслуживания и схем станций, с проверкой маршрутов следования поездов через весь узел.

35.2. Пересечения маршрутов следования поездов в одном уровне

Пересечения маршрутов следования поездов в одном уровне устраиваются при благоприятных топографических условиях местности и относительно небольших размерах движения. Основным требованием к пересечениям маршрутов следования поездов в одном уровне является недопустимость снижения пропускной способности ниже потребной в период интенсивного движения поездов и создания угрозы безопасности движения.

Загрузка пересечений в одном уровне определяется аналитическим или графическим способами. При аналитическом способе выполняют расчеты в соответствии с порядком, изложенным в главе 15.

Развязки в одном уровне чаще всего осуществляются с сооружением путевых постов или постов-шлюзов.

Загрузка точек пересечения маршрутов следования поездов в одном уровне и задержки подвижного состава существенно снижаются при устройстве шлюзов.

Простейшие шлюзы, представленные на рис. 35.1, *а* и *б*, позволяют снизить загрузку точек пересечения, поскольку шлюзовой путь 3 разъединяя два главных пути обеспечивает пересечение их в разных местах.

Полные шлюзы с дублирующими главными путями для основного направления (см. рис. 35.1, *в*, *г* и *д*) устраняют влияние пересечения на пропускную способность главных путей основного направления.

В схеме, показанной на рис. 35.1, *в*, движение поездов осуществляется по главному пути I. Если поезд, следующий из «Г», встанет на пути 3, движение поездов переводится на путь Ia и пересечение осуществляется без уменьшения интервала пропуска поездов по главному направлению.

На рис. 35.1, *г* шлюз запроектирован в месте примыкания к двухпутной линии с интенсивным пригородным движением. В этой схеме при поступлении поезда из «Г» на путь 3 движение поездов из «А» на «Б» переводится на дублирующий путь Па без увеличения интервала следования поездов.

На рис. 35.1, *д* показана схема полного шлюза, обеспечивающего пересечение двухпутной линии «А—Б» с интенсивным движением и

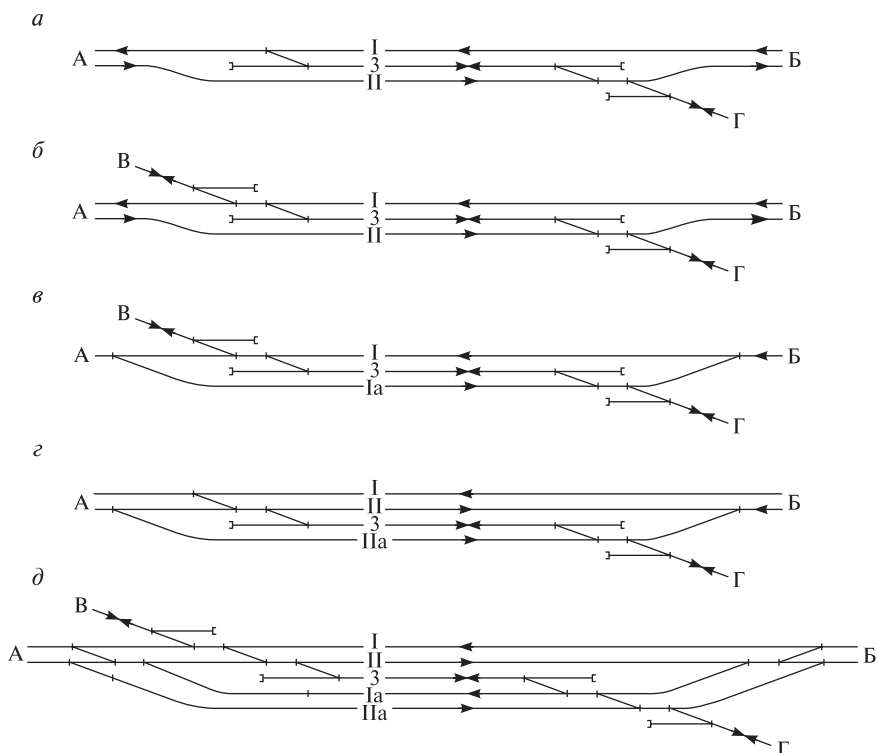


Рис. 35.1. Основные схемы шлюзов:

a — примыкание однопутной линии к двухпутной; *б* — пересечение двухпутной линии однопутной; *в* — пересечение однопутных линий с устройством дублирующего главного пути на основной линии «А — Б»; *г* — примыкание однопутной линии к двухпутной с укладкой дублирующего второго главного пути на линии «А — Б»; *д* — пересечение двухпутной линии однопутной с укладкой дублирующих главных путей на двухпутной линии; 3 — шлюзовой путь; I, Ia, II, IIa — главные пути; «А», «Б», «В», «Г» — подходы к узлу

малодеятельной однопутной линией «В—Г». При движении поезда из «Г» на «В» его принимают на шлюзовой путь 3 с остановкой, после чего движение поездов с путей I и II переключают на дублирующие пути Ia и IIa. После этого поезд с пути 3 отправляют на «В» и движение на основной линии восстанавливают по путям I и II.

Стрелочные переводы в схемах на рис. 35.1, *в*, *г* и *д*, по которым движение переключают на дублирующие главные пути, должны приниматься пологих марок (1/22), чтобы не допускать значительного снижения скорости движения пассажирских поездов.

Устройство шлюзов значительно дешевле сооружения путепроводных развязок.

Недостаток шлюзовых пересечений — дополнительные остановки поездов по маршруту непреимуществом направления движения. Поэтому при технико-экономическом сравнении варианта сооружения шлюза или путепроводной развязки учитывается стоимость задержек поездов или маневровых передвижений.

Возможно применение шлюзов для безостановочного движения поездов. Такие шлюзы должны иметь полезную длину, определяемую из выражения

$$L_{\text{шл}} = L_{\text{п}} + l_{\text{т}} \geq 2L_{\text{п}}, \quad (35.1)$$

где $L_{\text{п}}$ — длина поезда, $l_{\text{т}}$ — длина тормозного пути.

Полезная длина шлюзовых путей определяется отдельно для каждого направления. Из двух полученных значений для расчета принимается бóльшая величина.

35.3. Проектирование плана и продольного профиля путепроводных развязок

Путепроводные развязки в разных уровнях устраиваются в большинстве крупных узлов, что обеспечивает безопасность движения поездов и максимальную пропускную способность железнодорожных линий. Однако при сооружении путепроводных развязок ухудшаются план и профиль линий на подходах к узлу, а также увеличивается длина линий при подходе к развязке.

План и профиль главных путей в путепроводной развязке проектируются с соблюдением норм проектирования главных путей на перегонах.

Для сокращения территории, занимаемой развязкой, и уменьшения объема земляных работ могут применяться радиусы кривых в плане, приведенные в табл. 35.1 (столбцы 2 и 3). Наименьшие длины прямых вставок между начальными точками переходных кривых указаны в столбцах 4 и 5 табл. 35.1.

Таблица 35.1

**Рекомендуемые и допустимые значения радиусов кривых
в путепроводных развязках**

Категории линии	Радиусы кривых в плане, м		Длины вставки, м	
	Рекомен- дуемые	Допускае- мые	Рекомен- дуемые	Допус- каемые в трудных условиях
Скоростные, I категории, особогрузо- напряженные при движе- нии поездов со скоростью более 120 км/ч	4000—2500	2000	150	75
II категории	4000—1500	1200	75	50
III категории	2000—1200	800	50	30
IV категории	2000—1000	500	50	20

Длина элементов профиля на главных путях должна быть не менее половины принятой на перспективу длины приемо-отправочных путей. Максимально допустимая алгебраическая разность сопрягаемых уклонов составляет 12 ‰. При сопряжении уклонов с большей алгебраической разностью проектируются разделительные площадки длиной 300 м для скоростных линий, а также для линий I, II категорий и особогрузонапряженных при движении поездов со скоростью более 120 км/ч. Минимальная длина элементов профиля в развязках допускается 200 м.

В случае примыкания пути развязки к горловине станции рекомендуется на протяжении не менее 200 м его укладывать на прямом участке параллельно главным путям в одном уровне с ними и только затем устраивать отклонение на развязку (для возможности удлинения в перспективе парковых станционных путей).

На постах примыкания и пересечений в развязках применяются стрелочные переводы марок 1/18 и 1/22.

Путепроводы по своей конструкции могут быть с ездой поверху или понизу. Угол пересечения путей в типовых проектах путепроводов принимается равным 45°, 60° или 90°.

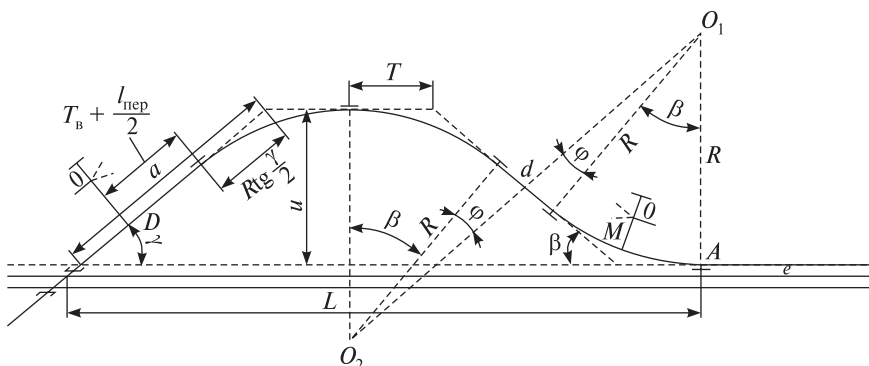


Рис. 35.2. Схема для расчета длины путепроводной развязки:

L — длина путепроводной развязки; γ — угол пересечения путей в путепроводной развязке; β — угол поворота кривой; R — радиус горизонтальной кривой; T — тангенс горизонтальной кривой; d — длина прямой вставки между концами кривых; T_v — тангенс вертикальной кривой; e — величина междупутья; $l_{\text{пер}}$ — длина переходной кривой; a — расстояние от вершины угла поворота кривой до точки пересечения пути развязки с продолжением этого пути по прямой; u — проекция величины a на вертикальную ось; ϕ — вспомогательный угол

Путепроводы устраиваются по возможности на прямом горизонтальном участке. Необходимая разность отметок головок рельсов верхнего и нижнего путей определяется из выражения

$$h = h_T + h_c + h_p, \quad (35.2)$$

где h_T — габаритное расстояние от головки рельса до низа пролетного строения путепровода на перегонах, которое принимается 6,25 м при ширине путепровода не более 5 м и 6,4 м — при ширине путепровода более 5 м; h_c — высота пролетного строения, определяемая от низа пролетного строения до подошвы рельса верхнего пути; h_p — высота рельса верхнего пути.

Минимальная длина путепроводной развязки определяется в зависимости от принимаемых угла пересечения путей γ , радиуса горизонтальной кривой R , длины прямой вставки между концами переходных кривых d_0 и длин переходных кривых $l_{\text{пер}}$ (см. рис. 35.2).

При расчете длины развязки вначале определяются значения a и u из следующих выражений:

$$a = 2T_v + \frac{l_{\text{пер}}}{2} + R \operatorname{tg} \frac{\gamma}{2}, \quad (35.3)$$

$$u = a \sin \gamma, \quad (35.4)$$

где T_v — тангенс вертикальной кривой.

Зная значения u , d_0 и $l_{\text{пер}}$ определяется угол поворота кривой β из выражения:

$$\cos(\beta + \varphi) = \frac{2R - u}{2R} \cos \varphi. \quad (35.5)$$

В выражении (35.5) вспомогательный угол φ находится из равенства:

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{d}{2R}, \quad \text{где } d = d_0 + l_{\text{пер}}.$$

Тогда минимальная длина путепроводной развязки от точки отхода A до пересечения осей путей на путепроводе:

$$L = \frac{e}{\operatorname{tg} \gamma} + a \cos \gamma + R \operatorname{tg} \frac{\gamma}{2} + 2R \sin \beta + d \cos \beta. \quad (35.6)$$

Определив возможное место путепровода по условиям плана линии, проверяется возможность набора достаточной разности отметок путей в месте путепровода.

Приращение отметок по проектируемому пути находится из выражения:

$$\Delta H = (L_1 - d)(i_p - i_k), \quad (35.7)$$

где L_1 — длина пути по кривой между точками перелома профиля M и D ; i_p — руководящий уклон; i_k — смягчение уклона в кривых.

Зная отметку существующего главного пути H_1 и продольный профиль, определяется отметка H_2 существующего пути в месте сооружения путепровода.

Если в проектируемой развязке новый путь проходит поверху, то устройство развязки при пересечении в намеченном пункте возможно при выполнении условия

$$H_1 + \Delta H \geq H_2 + h. \quad (35.8)$$

В случае, когда новый путь проектируется понизу, устройство развязки при пересечении в намеченном пункте возможно при выполнении условия:

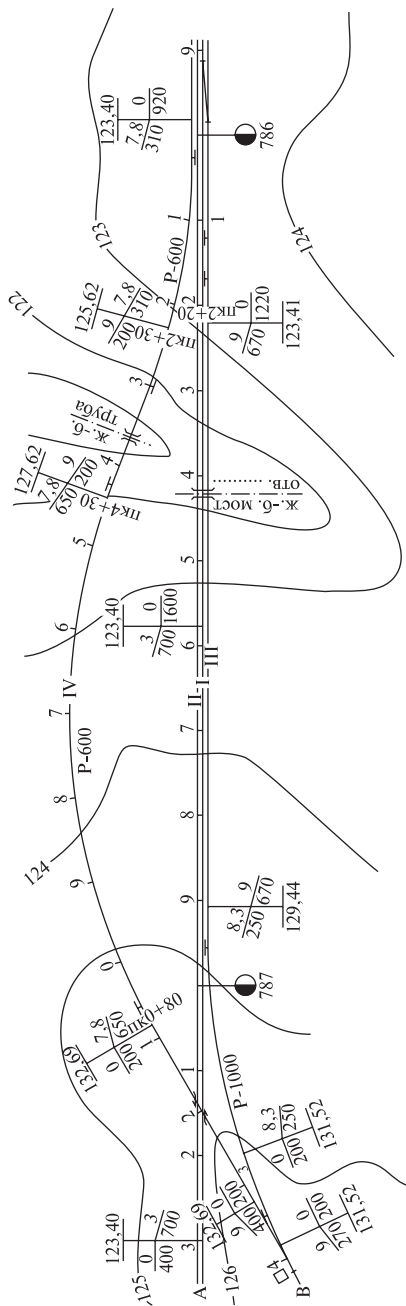


Рис. 35.3. Пример масштабной схемы путепроводной развязки

$$H_1 + \Delta H \leq H_2 + h. \quad (35.9)$$

Если условия (35.8) и (35.9) не выполняются, то трассу развязки необходимо удлинить, изменив (увеличив) угол пересечения путей.

На рис. 35.3 приведен пример схемы развязки новой однопутной линии с существующей двухпутной. Новая линия по схеме станции примыкает одним путем III к пассажирским путям, а другим IV — к паркам для грузового движения. В месте разветвления подхода утроен путевой пост. В этой схеме продольный профиль запроектирован с применением руководящего уклона 9 ‰, а в кривых участках пути уклон уменьшался на величину дополнительного сопротивления в кривых, равного $700/R$. Переломы профиля с разностью уклонов Δi более 3 ‰ запроектированы таким образом, чтобы ее вертикальные сопрягающие кривые совпадали с переходными кривыми. План и профиль пути IV запроектированы в увязке с профилем пути III и профилем существующих главных путей.

План развязки, общая длина и строительные затраты (необходимые инвестиции) зависят от принятого угла пересечения путей и местных условий. Поэтому план путей проектируют в нескольких вариантах, а затем осуществляется технико-экономическое сравнение вариантов по укрупненным измерителям.

Для выбранного варианта развязки разрабатывается проект по всему комплексу устройств. Продольные профили развязок главных путей составляются в масштабе 1:10 000.

Проекты развязок разрабатываются с учетом перспективы по схемам, изложенным ниже.

35.4. Схемы развязок путей в разных уровнях

В крупных узлах стоит задача при проектировании путепроводных развязок обеспечить максимальное сокращение точек пересечения главных путей в одном уровне. Число путепроводных развязок в узле определяется местными условиями, расположением пассажирских, сортировочных и грузовых станций, количеством подходов к узлу и числом главных путей. Это число можно определить из следующих выражений:

— при пересечении однопутных линий

$$A = m(m-1)/2;$$

– при пересечении двухпутных линий

$$A = m(m-1)/2 - n_2;$$

– при пересечении многопутных линий

$$A = m(m-1)/2 - n_2 - 3n_3,$$

где m — общее число главных путей; n_2, n_3 — число двухпутных и трехпутных линий.

Различают следующие виды путепроводных развязок: по линиям (без специализации путей для пассажирского и грузового движения); по направлениям (на многопутных линиях в пунктах изменения числа главных путей); по роду движения (со специализацией для пассажирского и грузового движения).

Путепроводные развязки по линиям устраиваются в узлах, где пересекаются две однопутные или однопутная и двухпутная линии, имеющие незначительную взаимную корреспонденцию вагонопотоков.

Развязки по направлениям характерны для узлов с одной станцией, треугольного и крестообразного типов, а также вытянутых в длину, кольцевых и комбинированных типов узлов.

Развязки по роду движения сооружаются при наличии в узле нескольких специализированных станций. Принципиальные схемы развязок по роду движения при различном числе линий на подходах к узлу представлены на рис. 35.4 и 35.5.

Схемы развязок для подхода однопутной и двухпутной линий, представленных на рис. 35.4, *а* и *б*, различаются примыканием однопутной линии «А» по отношению к пассажирской станции узла.

На рис. 35.4, *в*, *г* и *д* показаны схемы развязок для подхода двух двухпутных линий. В схеме, представленной на рис. 35.4, *в*, новая линия из «В» и сортировочная станция располагаются по разные стороны главных пассажирских путей подхода из «А». При расположении подхода новой линии из «В» и сортировочной станции по одну сторону главных пассажирских путей (см. рис. 35.4, *г*) сооружаются три путепроводных развязки. В схеме на рис. 35.4, *д* при концентрации стрелочных переводов в одном районе предусмотрен путевой пост для управления ими.

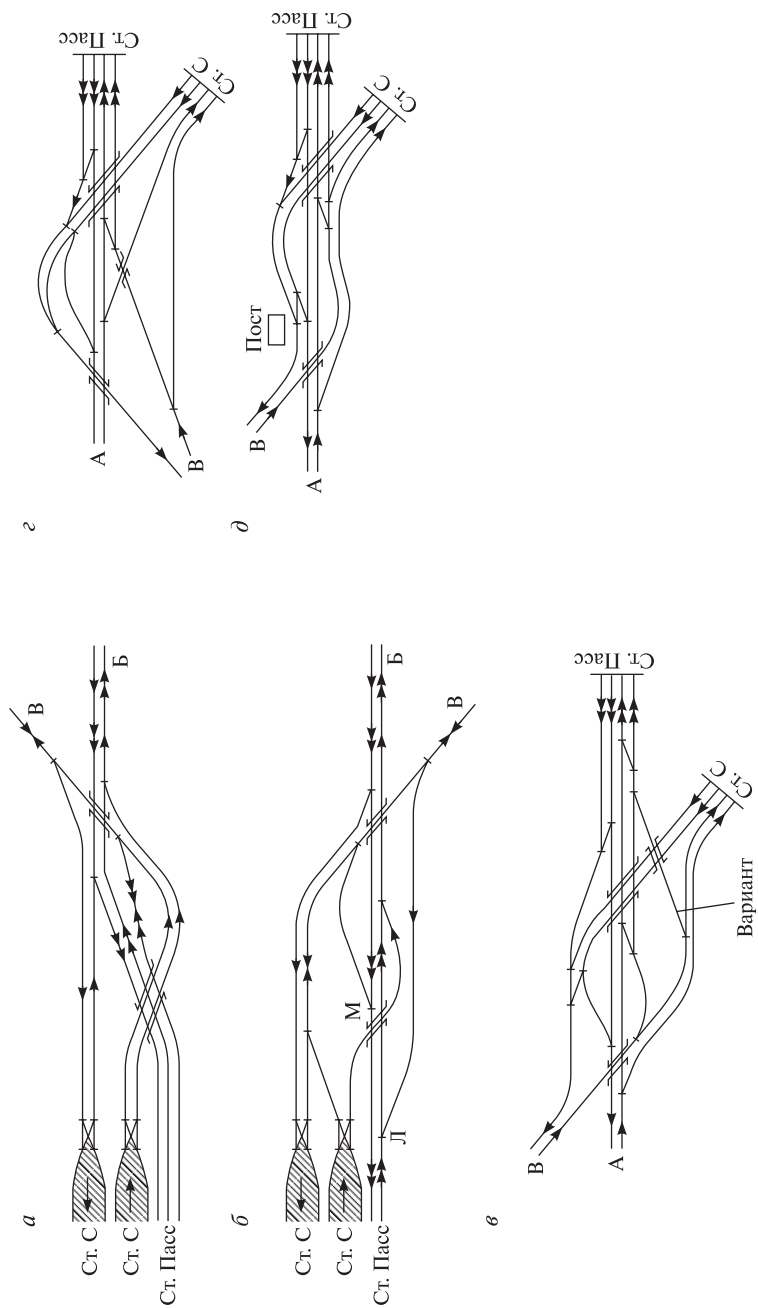


Рис. 35.4. Схемы путепроводных развязок по роду движения и направлениям:
 а, б — однопутной и двухпутных линий; в, г, д — двух двухпутных линий

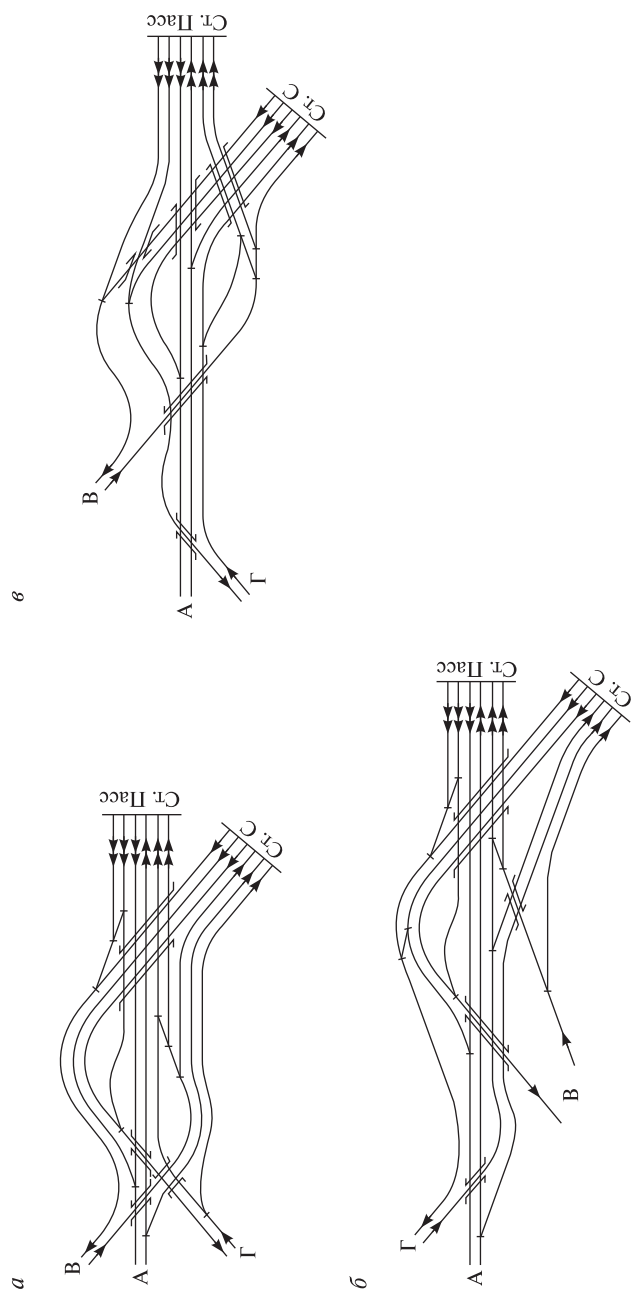


Рис. 35.5. Схемы развязок трех двухпутных линий

Схемы развязок трех двухпутных линий приведены на рис. 35.5. Схемы, показанные на рис. 35.5, *а, б*, образуются из соответствующих схем развязок двух двухпутных подходов. В схеме, представленной на рис. 35.5, *в*, путь приема грузовых поездов из «А» примыкает к главному пассажирскому пути. Наличие в этой схеме объемлющей развязки подходов вызывает необходимость увеличения числа путепроводов и точек пересечения линий в узле.

В практике развития крупных узлов встречаются более сложные развязки, проектируемые по индивидуальным схемам. Сооружение развязок в сложных узлах связано со значительными инвестициями и занятием больших территорий. Поэтому проектирование развязок относится к числу важных вопросов проектирования узлов, требует творческого подхода при выборе наилучшего решения из возможных вариантов. Развязки в одном конце узла следует увязывать с развязками в другом конце, чтобы избежать лишних пересечений маршрутов следования поездов в пределах узла.

35.5. Обходы узлов

В крупных узлах в необходимых случаях проектируются железнодорожные обходы и соединительные пути для пропуска транзитных грузовых поездов и угловых потоков без захода на станции узла. Обходы могут использоваться для примыкания подъездных путей крупных промышленных предприятий. В этом случае в местах примыкания подъездных путей сооружаются отдельные пункты с необходимым путевым развитием.

Обходы, используемые для пропуска транзитных поездов, могут иметь на предузловых станциях устройства для экипировки локомотивов и технического обслуживания вагонов, а также для смены локомотивных бригад.

Обходы в узлах обеспечивают уменьшение пробега подвижного состава, улучшают организацию движения поездов и разгружают отдельные участки внутриузловых линий. На рис. 35.6 показан пример схемы обхода пассажирской и сортировочной станций узла.

В узлах также устраиваются небольшие соединительные обходные пути для пропуска угловых транзитных поездов без захода в узел, что позволяет устранить излишние пробеги этих поездов и разгрузить основные станции узла. Длина угловых соединительных путей при отсутствии приемо-отправочных путей на постах

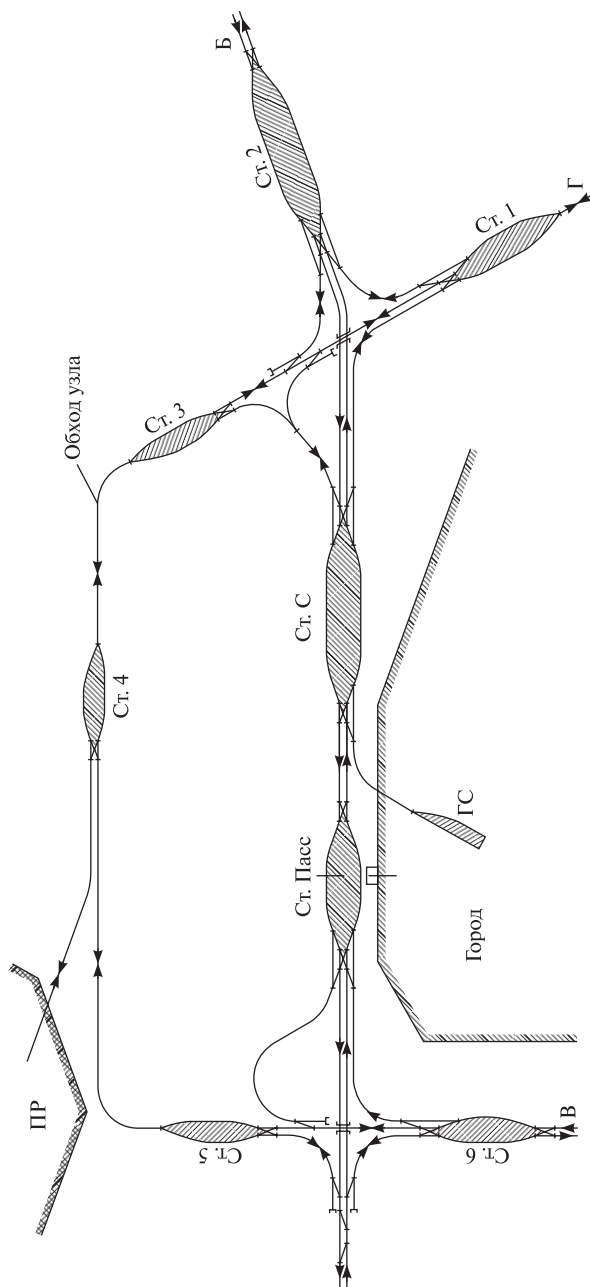


Рис. 35.6. Схема обхода пассажирской и сортировочной станций в узле:

Ст. 1, Ст. 2, Ст. 3, Ст. 4, Ст. 5, Ст. 6 — промежуточные станции; ПР — промышленный район города

примыкания должна обеспечивать возможность остановки поезда наибольшей длины.

Обходы в узлах подразделяются на глубокие, параллельные ходы и местные.

Глубокие обходы проектируются в виде кольца или его части, связывая между собой сходящиеся к узлу линии. Такие обходы устраиваются на расстоянии 30 км и более от существующего узла.

Параллельные ходы устраиваются в узлах для ответвления транзитных потоков и уменьшения пробега транзитных поездов.

Местные обходы сооружаются для пропуска поездов без захода на отдельные станции узла.

Обходы в узлах сооружаются для разгрузки существующих в узле станций или выноса грузовой работы из центральных районов города. На обходах узлов могут размещаться грузовые станции (см. рис. 35.7, ст. 7) для обслуживания промышленного района

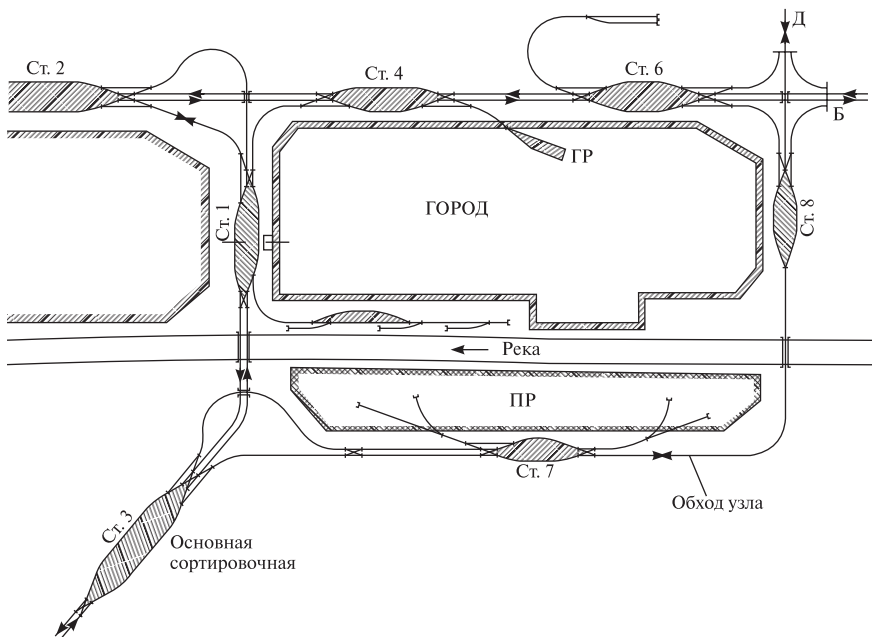


Рис. 35.7. Схема обхода узла с размещением на нем грузовой станции: Ст. 1, Ст. 8 — пассажирские станции; Ст. 2, Ст. 3 — сортировочные станции; Ст. 4, Ст. 7 — грузовые станции; ГР — грузовой район; ПР — промышленный район города

города (ПР), технические пассажирские станции, пассажирские остановочные пункты, а также основные сортировочные станции при переустройстве узла.

Число путей на обходе и тип развязок в пунктах примыканий зависят от планируемых размеров движения по обходу и главным линиям. Если обход является резервным, выходы на него могут устраиваться с примыканием путей в одном уровне.

Обходы проектируются в увязке с технологией работы станций и прилегающих участков железных дорог. При этом руководящий уклон, размещение раздельных пунктов, экипировочных устройств и другие элементы обхода увязываются с участками железных дорог, между которыми устраивается обход.

Контрольные вопросы

1. Назовите основные пересечения путей в железнодорожных узлах на подходах к станциям и в их горловинах пути.
2. В каких случаях устраиваются пересечения маршрутов следования поездов в одном уровне?
3. Назовите преимущества и недостатки шлюзовых пересечений.
4. В каких случаях устраиваются путепроводные развязки в разных уровнях?
5. Каковы основные нормы проектирования плана и профиля главных путей в путепроводных развязках?
6. В зависимости от каких параметров определяется минимальная длина путепроводной развязки?
7. Как определяется число путепроводных развязок в узле?
8. В каких случаях применяются обходы узлов?

Глава 36. ТРАНСПОРТНЫЕ УЗЛЫ И ИХ РАЗВИТИЕ

36.1. Основные понятия и классификация транспортных узлов

Транспортный узел включает комплекс транспортных устройств в пункте взаимодействия нескольких видов магистрального транспорта, выполняющих операции по обслуживанию транзитных, местных и городских перевозок грузов и пассажиров. В состав транспортного узла могут входить железнодорожные станции и подходы магистральных железнодорожных линий, морские и речные порты или водные узлы, узлы автомобильных дорог магистрального и местного значения, аэропорты и другие устройства воздушного транспорта, устройства промышленного и городского транспорта общего пользования.

В транспортном узле осуществляется пересадка пассажиров и передача грузов с одного вида транспорта на другой в стыковых пунктах. К пассажирским стыковым пунктам относятся железнодорожные пассажирские станции, автовокзалы, морские и речные порты, аэропорты, станции метрополитенов. Грузовыми стыковыми пунктами являются грузовые железнодорожные станции, специализированные базы, морские и речные порты, аэропорты и др.

Транспортные узлы специализируются: по числу видов транспорта, обслуживающих узел; по характеру эксплуатационной работы; по экономико-географическому признаку; численности населения обслуживаемого города; расположению транспортных устройств и геометрической форме схемы узла.

По числу видов транспорта выделяют железнодорожно-автомобильные (Челябинск), железнодорожно-водно-автомобильные (Москва, Санкт-Петербург, Омск) и водно-автомобильные узлы (Якутск).

По характеру эксплуатационной работы транспортные узлы делятся: на транзитные, обслуживающие транзитные потоки в прямом и смешанном видах сообщений; с большой местной работой,

обслуживающие транзитные и местные потоки (Ростов-на-Дону, Ярославль); местные (Мурманск).

По экономико-географическому признаку узлы бывают сухопутные и расположенные на берегах рек и морей. В зависимости от численности населения города, обслуживаемого узлом, они подразделяются: на малые и средние с населением до 100 тыс. чел и сравнительно слабо развитой промышленностью; большие и крупные с населением до 1 млн чел. и развитой добывающей и обрабатывающей промышленностью; крупнейшие с населением более 1 млн чел. и крупной промышленностью.

По расположению транспортных устройств транспортные узлы подразделяются: на однокомплектные с объединенным расположением устройств видов транспорта; однокомплектные с отдельным расположением пассажирского и грузового районов; многокомплектные с объединенным расположением устройств видов транспорта и многокомплектные комбинированные.

Однокомплектные транспортные узлы обслуживают малые, средние или большие города компактной формы. Они имеют одну объединенную станцию, где сосредоточены все транспортные сооружения, промышленный район, обслуживаемый этой станцией, и совмещенный железнодорожно-автомобильный вокзал. В больших городах в однокомплектных узлах возможно разделение пассажирских и грузовых районов. Многокомплектные узлы характерны для крупных и крупнейших городов. Они имеют несколько промышленных районов с обслуживающими их грузовыми станциями, одну или несколько сортировочных станций, объединенный пассажирский район с самостоятельными вокзалами для видов транспорта и остановочные пункты железнодорожного, автомобильного и водного транспорта.

По геометрической форме транспортные узлы делятся на конечные, радиальные, вытянутые в длину, радиально-полукольцевые, радиально-кольцевые и комбинированные.

Конечные узлы располагаются вблизи морей, крупных рек и высокогорья (Архангельск, Владикавказ). Они имеют небольшое число примыканий железнодорожных линий и автомобильных дорог с выраженным характером конечных потоков пассажиров и грузов. Конечные узлы обслуживают, как правило, небольшие города.

Радиальные узлы наиболее характерны для крупных городов (Ярославль, Нижний Новгород). В них железные и автомобильные

дороги сходятся лучами-радиусами к одному району города или к одному району сходятся железнодорожные линии, а к другому автомобильные дороги. В радиальных транспортных узлах железнодорожные линии могут располагаться по радиальной, треугольной или крестообразной схеме.

Транспортные узлы, вытянутые в длину, характерны для районов со сложными топографическими условиями, на берегах больших рек и морей (Волгоград). Эти узлы обслуживают города, вытянутые в длину, а подходы железных и автомобильных дорог в них расположены в противоположных концах. Такие узлы образуются в местах слияния сходящихся железнодорожных линий на подходах к городу. В них сооружаются несколько последовательно расположенных станций, обслуживающих пути необщего пользования и выполняющих работу по поездообразованию. При проектировании узлов, вытянутых в длину необходимо предусматривать примыкания линий, обеспечивающих минимальные угловые потоки.

Радиально-полукольцевые узлы больших городов, обычно расположенных на берегах морей и крупных рек, имеют одно кольцо или несколько полуколец (Санкт-Петербург), а радиально-кольцевые узлы крупных городов — несколько колец железных и автомобильных дорог с радиусами и диаметрами внутри города (Москва). Такие узлы удобны в эксплуатации, обеспечивая равномерность удаления транспортной инфраструктуры от центра города.

Комбинированные узлы представляют собой сочетание рассмотренных выше схем. Чаще всего встречаются узлы, включающие: тупиковый железнодорожный и радиальный автодорожный узлы с прямоугольной или радиальной планировкой уличных сетей; железнодорожный узел с параллельными ходами и радиальный автодорожный узел; железнодорожный узел, вытянутый в длину, или с параллельными ходами и радиальным автодорожным узлом.

Одному и тому же типу транспортного узла может соответствовать значительное количество разновидностей схем, различающихся отдельными деталями, но объединяемых общими закономерностями развития, характерными устройствами и условиями эксплуатации.

Развитие различных видов транспорта и промышленности в городах создает условия для изменения схем и типов железнодорожных и автодорожных узлов, морских и речных портов, изменяя

этим общую схему транспортных узлов. Радиальные узлы обычно преобразовываются в радиально-полукольцевые и радиально-кольцевые, а затем в комбинированные. Расположение транспортных узлов определяется размещением производительных сил и исторически сложившейся сетью городов и их планировкой.

36.2. Основные принципы размещения в транспортных узлах устройств различных видов транспорта

Размещение устройств различных видов транспорта в транспортных узлах определяется экономическим и географическим положением города, его генеральной схемой и перспективой развития, схемой транспортного узла и перспективой развития устройств видов транспорта, количеством сходящихся в узле магистральных линий, объемом работы видов транспорта и др.

Устройства железнодорожного транспорта (станции, соединительные линии, грузовые районы и др.) размещаются в узле в зависимости от схемы железнодорожного узла.

Размещение устройств водного транспорта (порт и причалы) определяется с учетом минимальных затрат на строительство и эксплуатацию портовых устройств в целом, поточности пропуска грузопотоков через узел, удобного примыкания автомобильных дорог и портовых ветвей к специализированным железнодорожным станциям узла. В узлах речного и морского транспорта необходимо рационально располагать их отдельные устройства. Порты должны размещаться ниже города по течению реки. Перегрузочные районы и соединительные железнодорожные пути не должны отрезать город от моря или реки. Площадки перевалочных районов следует отдалять от городской застройки к железнодорожным сортировочным станциям с целью сокращения времени на пропуск грузов смешанного сообщения по железнодорожным внутриузловым ходам. Устройства для обслуживания пассажиров (вокзал и специализированные причалы) располагаются в местах, обеспечивающих удобные выходы в город и связь с городским транспортом. При возможности сооружаются объединенные железнодорожно-морские или железнодорожно-речные вокзалы.

Выбор места размещения устройств для автотранспорта решается в увязке с другими видами транспорта. Автовокзалы в пределах транспортного узла целесообразно совмещать с железнодорожными,

речными и морскими вокзалами. При размещении автовокзалов следует учитывать загрузку городских улиц.

Размещение устройств воздушного транспорта (аэропорт и аэродром) осуществляется с учетом достаточной свободной площадки со спокойным рельефом (более 200 га) в пригородной зоне на расстоянии около 30 км от города, обеспечивая безопасность взлета и посадки воздушных судов и исключая высокие уровни шума в черте города.

Для транспортировки пассажиров из города в аэропорт, багажа и почты могут использоваться вертолеты. Вертолетные станции строятся обычно вдали от жилых зданий на окраине города, на набережных и на площадках с хорошей видимостью, в том числе на крышах специальных зданий.

Устройства городского транспорта (трамвай, метрополитен, монорельсовые дороги) размещаются в местах стыкования различных видов транспорта, имеющих значительные корреспондирующие между собой потоки (железнодорожный, речной и морской вокзалы), а также в узловых пунктах магистральных улиц городов.

Размещение устройств трубопроводного транспорта (насосные станции, складские емкости и др.) осуществляется за пределами города и обслуживающего его транспортного узла. Подвод трубопровода к местам налива нефти и нефтепродуктов в танкеры производится по дну моря или по специальной эстакаде.

На схему узла существенное влияние оказывает размещение промышленных предприятий. Предприятия, тяготеющие к водному и железнодорожному транспорту, следует размещать недалеко от портовых устройств, в районах, имеющих удобную связь с железнодорожной сортировочной станцией. Предприятия, обслуживаемые железнодорожным транспортом, рекомендуется выносить за пределы города и располагать в зависимости от типа узла: в конечных узлах — на подходах к городу рядом с сортировочной станцией; в радиальных — на основных радиусах; в узлах, вытянутых в длину — на входах в узел; в радиально-полукольцевых и радиально-кольцевых — на подходах к узлу.

Возможный вариант размещения устройств в транспортном узле показан на рис. 36.1. В состав данного узла входит железнодорожный узел кольцевого типа с объединенной станцией 1, выполняющей пассажирские и грузовые операции и сортировочной стан-

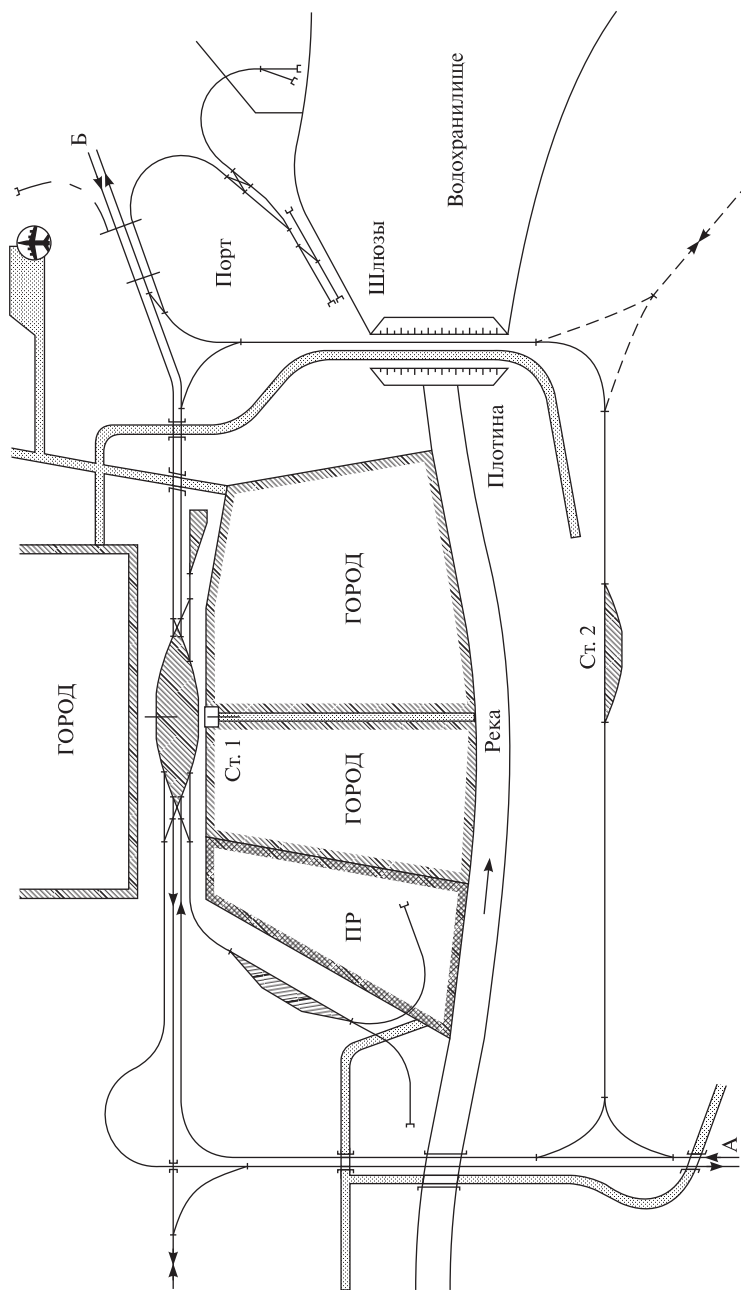


Рис. 36.1. Пример схемы транспортного узла:

Ст. 1 — объединенная станция, выполняющая пассажирские и грузовые операции; Ст. 2 — сортировочная станция

цией 2, расположенной на обходе, а также автомобильная дорога, аэропорт, речной порт и промышленный район.

36.3. Комплексное развитие различных видов транспорта в узлах

Комплексное развитие всех видов транспорта в узлах имеет исключительно важное значение и должно осуществляться на основе установления оптимальных режимов перевозки грузов и пассажиров на всем пути следования от пунктов зарождения до пунктов погашения. Технологический процесс работы транспортного узла определяется общим грузооборотом, его структурой и данными о пунктах зарождения и погашения грузопотоков.

Для обеспечения оптимального технологического процесса предусматривается комплексное развитие железнодорожных устройств (станции, складские комплексы и др.), промышленных предприятий, устройств автомобильного, водного, трубопроводного транспорта, перевалочных комплексов. Основное требование при комплексном развитии устройств разных видов транспорта в узлах состоит в обеспечении постоянного соответствия их технического оснащения намечаемым объемам работы. Необоснованное развитие отдельных устройств видов транспорта, не соответствующее выполняемой работе, ведет к резкому ухудшению показателей и снижению эффективности развития всей схемы узла в комплексе.

Транспортные узлы развиваются по генеральным схемам, объединяющим взаимосвязанные схемы развития различных видов транспорта. Генеральные схемы разрабатываются на основе данных об объемах работы в установленные сроки (обычно на перспективу 20—30 лет), получаемых в результате прогнозных расчетов, учитывающих как факторы общего развития промышленности и сельского хозяйства страны, так и развития отдельных отраслей. На основании расчетных объемов работы определяется схема развития единой транспортной сети в данном районе и мощности технических устройств отдельных видов, с учетом максимального использования существующих устройств.

Оптимальный вариант развития транспортного узла выбирается на основе технико-экономических расчетов. Для обслуживания грузовых перевозок учитываются необходимые инвестиции и расходы по погрузке, выгрузке, перегрузке, передвижению, переработ-

ке в пути следования. По пассажирским перевозкам устанавливается рациональное распределение объемов работы в дальнем, местном и пригородном сообщениях. Кроме строительных затрат (инвестиций) и эксплуатационных расходов по видам транспорта, учитываются затраты времени, комфортность поездок различными видами транспорта, условия и режимы пересадок с одного вида транспорта на другой.

Генеральная схема развития транспортного узла должна обеспечивать:

- возможность дальнейшего развития узла при условии рационального размещения устройств отдельных видов транспорта и их стыковых пунктов в увязке с планировкой города и размещением на его территории промышленности, а также оптимальное распределение объемов перевозок грузов между отдельными видами транспорта и перевозок пассажиров;

- оптимальную схему перемещения грузов в узле и схему доставки пассажиров при передачах с одного вида транспорта на другой, обеспечивающую минимальные затраты средств и времени обслуживания при максимальных удобствах перемещения;

- этапное увеличение пропускной и перерабатывающей способности, соответствующее росту объемов грузовых и пассажирских перевозок;

- возможность максимального кооперирования объектов разных видов транспорта;

- наличие резервных возможностей усиления мощности узла.

Комплексное развитие различных видов транспорта в транспортных узлах для обслуживания грузовых перевозок основывается на технико-экономическом обосновании, устанавливающем сферы применения отдельных видов транспорта и распределение перевозок между ними. Для транспортных узлов характерны три вида грузовых перевозок: прибывающие или отправляющиеся из узла; транзитные с использованием одного вида транспорта; транзитные с перегрузкой с одного вида транспорта на другой.

Железнодорожным транспортом целесообразно перевозить большинство категорий грузов на расстояния свыше 200 км, а при достаточных обоснованиях и на меньшие расстояния, что характерно для массовых грузов.

Автомобильный транспорт используется в очень широком диапазоне. Это, прежде всего, городские, местные и короткопробежные перевозки. Для большинства грузов такие перевозки выгодны на расстояниях до 60 км, для ценных и скоропортящихся грузов — свыше 200 км. Установление сферы целесообразности использования автомобильного транспорта для перевозки грузов зависит от многих факторов, главные из которых: грузоподъемность автомобилей, род груза, наличие благоустроенных шоссейных дорог, хорошие подъезды и пункты погрузки-выгрузки на промышленных и сельскохозяйственных предприятиях. Расширение сферы применения автомобильного транспорта, особенно для местных и короткопробежных перевозок, обеспечивает в транспортных узлах снижение перегрузочных работ и увеличение пропускной и перерабатывающей способности железнодорожных станций.

Наиболее сложными в транспортных узлах являются перевозки грузов в смешанном сообщении с перегрузкой с одного вида транспорта на другой. От рациональной организации таких перевозок во многом зависит успешная работа транспортного узла в целом. В этой связи необходимо совершенствование организации перевозок в смешанном сообщении за счет развития технических средств видов транспорта и повышения их мощности, внедрения новейших средств механизации и автоматизации погрузочно-выгрузочных работ и прогрессивных технологических процессов, основанных на строгих прогнозных расчетах объемов предстоящей работы, точной информации о времени поступления грузов, четкого и достоверного суточного планирования всей работы перегрузочного комплекса.

К числу технологических мер можно отнести внедрение в портах прямого варианта перегрузки вагон-судно, а в грузовых районах — вагон-автомобиль, которые значительно ускоряют процессы переработки вагонов в узле, снижают расходы и сокращают время доставки грузов.

Одним из технических средств, позволяющих значительно улучшить работу транспортного узла, является развитие контейнерных и контрейлерных перевозок. Широкое применение данных перевозок позволяет резко сократить время на перегрузочный процесс, полностью механизировать все перегрузочные операции, снизить расходы на перевозку, в том числе на тару, обеспечить высокую сохранность перевозимых грузов, а также более эффективно использовать складские площади.

Важной задачей комплексного развития видов транспорта является выбор рациональных схем доставки грузов от потребителей (поставщиков) до стыковых пунктов внешнего транспорта (станция, порт) в узлах. Рациональная схема упрощает общую схему развития узла и разгружает основные виды транспорта. Поскольку в транспортных узлах большую часть грузов составляют грузы промышленных предприятий, необходимо решать проблему внутритранспортного обслуживания и связи его с внешним транспортом. На промышленных предприятиях для этой цели целесообразно применение автомобильного и конвейерного транспорта, подвесных канатных дорог, однорельсовых подвесных дорог.

В целях снижения транспортных издержек, в том числе на погрузочно-разгрузочные работы в настоящее время в ряде транспортных узлов (Московский, Новосибирский, Самарский, Екатеринбургский и др.) создаются терминально-логистические центры (ТЛЦ) с функциями основного транспортно-распределительного центра. Эти центры включают в себя контейнерный терминал, универсальный терминал для переработки грузов промышленного назначения, универсальный складской комплекс, центр таможенного оформления грузов, а также административно-деловой центр. В ОАО «РЖД» в 2011 г. была разработана программа создания сети терминально-логистических центров, увязанных с полигоном курсирования регулярных контейнерных поездов. Программа предполагает строительство более 50 ТЛЦ, комплексную реконструкцию порядка 60 крупных грузовых районов, модернизацию широкого круга объектов технологического комплекса, подъемно-транспортного оборудования (около 400 грузовых районов), реконструкцию путевого развития на подходах к терминалам, а также в транспортных узлах в целом.

Выбор схемы транспортного обслуживания определяется технико-экономическими расчетами и во многом зависит от рода груза, размеров грузопотоков и расстояний между пунктами зарождения массовых грузов и промышленных предприятий. Для внутрицеховых перевозок грузов и связи промышленного с внешним транспортом (железнодорожным, водным) эффективно использование автомобилей и транспорта непрерывного действия. Особенно выгоден транспорт непрерывного действия, обеспечивающий возможность полной автоматизации и комплексной механизации перегрузочного процесса.

При расчетах схем развития транспортных узлов, кроме технико-экономических исследований, составляющих основу выбора рационального варианта проектного решения, учитывают многие другие показатели и, прежде всего, производительность труда, использование основных фондов, расходы топлива и энергии. Важно также принимать во внимание создание безопасности движения транспорта в узле, получение максимальных удобств при обслуживании населения, выполнение градостроительных требований.

Комплексное развитие транспорта для обеспечения пассажирских перевозок основывается на выборе оптимального распределения дальних, местных и пригородных пассажиров между отдельными видами путей сообщений. Вид транспорта выбирают совместно для города и пригородной зоны с обязательным выполнением следующих условий: эффективное использование транспортных средств, комфортность поездки и минимальное время на ее осуществление.

Применение железнодорожного транспорта целесообразно при наличии больших пассажиропотоков, что характерно обычно для пригородных районов, расположенных вблизи железнодорожных линий. Железные дороги выгодно также использовать для перевозки городских пассажиров, когда направления их следования совпадают с проходящими по территории города железнодорожными линиями. Очень эффективно применение железных дорог, проходящих через город по диаметру. В этом случае создаются удобные связи между пригородными и городскими пунктами концентрации пассажиропотоков, что позволяет сократить число пересадок и уменьшить время поездки.

Для обслуживания пригородных пассажиров, концентрирующихся в районах, удаленных от зоны тяготения к железной дороге, наиболее целесообразны при незначительных потоках автобусное сообщение и использование линий скоростного трамвая. Большие потоки пассажиров, погашаемые вблизи окраин города, экономичнее обслуживать метрополитеном. В последние годы, особенно за рубежом, в этом случае используются монорельсовые дороги. Незначительные пассажиропотоки, следующие в дальние пригороды крупного города, лучше всего обслуживать автобусным транспортом, прокладывая маршруты между пунктами концентрации таких потоков и остановочными пунктами железнодорожного транспорта.

Ориентировочно принимают, что железная дорога для внутриузовых перевозок может быть рекомендована в крупных городах на направлениях с потоками от 10 тыс. до 40 тыс. пассажиров в час в одном направлении при наличии остановочных пунктов вблизи крупных пассажирообразующих узлов на территории города, метрополитен — в крупных городах на направлениях с устойчивыми потоками более 25 тыс., скоростной трамвай — при потоках 12—25 тыс., трамвай — от 6 до 12 тыс., троллейбус — 6—9 тыс., автобус — 5—8 тыс. пассажиров в час в одном направлении.

Для перевозки городских пассажиров в транспортных узлах рекомендовано комплексное использование метрополитена и автобусно-троллейбусного транспорта. Метрополитен целесообразно использовать в городах с населением свыше 1 млн чел., где пропускная способность транспортных магистралей не позволяет увеличивать размеры автобусно-троллейбусного транспорта. Очень важно развитие этих видов транспорта в тесной увязке друг с другом. Размещение остановок метрополитена должно совпадать с пунктами максимальной концентрации городских потоков, дальнейшее рассредоточение которых по микрорайонам должно производиться автобусами и троллейбусами. Очень важен также правильный выбор места расположения пересадочных пунктов с метрополитена на железную дорогу.

В крупнейших городах, например в Москве, схема метрополитена имеет диаметры, связывающие противоположные концы города и одну окружную (Кольцевую) линию, причем имеется тенденция удлинять диаметры в сторону пригородных зон и создавать второе кольцо, обеспечивающее возможность более широкого маневрирования потоков на территории города.

Создание вынесенных за пределы города линий метрополитена позволит обеспечить хорошую, удобную связь пригородных пассажиров со многими районами города, увеличить объем беспересадочного сообщения и снизить концентрацию пассажиропотоков на железнодорожных вокзалах и привокзальных площадях.

Применение речного транспорта в крупных узлах характерно для перевозки туристов и следующих на водохранилища и реки отдыхающих в основном в летний период.

Для перевозки местных пассажиров на расстояния до 250—300 км чаще всего используют железнодорожный транспорт. Ав-

тот транспортом такие перевозки выполняют, главным образом, в районы, удаленные от зон тяготения железных дорог, а также при больших загрузках железных дорог и отсутствии резервной пропускной способности.

Перевозки дальних пассажиров на расстояния свыше 1500 км наиболее целесообразно выполнять воздушным транспортом. Для пассажиров, следующих на расстояния до 1500 км, более удобны железные дороги, имеющие сейчас достаточно высокие скорости движения и обеспечивающие доставку пассажиров к месту назначения в течение одной ночи.

Для доставки пассажиров, пользующихся воздушным транспортом, в аэропорты, размещенные, как правило, на расстоянии свыше 20—50 км от центра города, чаще всего используют автобусы и пригородные электропоезда. Возможно также для этих целей применение линий метрополитена, скоростного трамвая и дорог на воздушной или магнитной подушке. В ряде случаев используют вертолеты и монорельсовые дороги (Токио). Выбор вида транспорта обычно определяется технико-экономическими расчетами и зависит в основном от размеров перевозимых пассажиропотоков и расстояния перевозки.

В транспортном узле очень важно обеспечить удобства (комфорт) и быстроту поездки, минимальные затраты на пересадку с одного вида транспорта на другой.

Контрольные вопросы

1. Назовите основные транспортные устройства, входящие в состав транспортного узла.
2. Какие операции выполняются в транспортных узлах и что является стыковыми пунктами в них?
3. Дайте классификацию транспортных узлов по числу видов транспорта, обслуживающих узел.
4. Дайте классификацию транспортных узлов по характеру эксплуатационной работы.
5. Дайте классификацию транспортных узлов по экономико-географическому признаку.
6. Дайте классификацию транспортных узлов по численности населения обслуживаемого города.

7. Дайте классификацию транспортных узлов по геометрической форме схемы узла.

8. Дайте классификацию транспортных узлов по расположению транспортных устройств.

9. Какие основные факторы определяют размещение устройств различных видов транспорта в транспортных узлах?

10. Назовите основные принципы комплексного развития различных видов транспорта в узлах.

11. Что должна обеспечивать генеральная схема развития транспортного узла?

12. Назовите сферы целесообразного применения различных видов транспорта в грузовом и пассажирском сообщении.

Раздел VIII

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ СТАНЦИЙ

Глава 37. ОСОБЕННОСТИ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ОБЪЕКТОВ

37.1. Проблемы автоматизации проектирования железнодорожных станций и узлов

Использование современных средств вычислительной техники позволяет модернизировать процесс проектирования, производить многовариантные расчеты объектов, реализовать диалоговую схему взаимодействия высокоскоростных программных пакетов и опыта пользователя. По определению автоматизированное проектирование объектов — это процесс, при котором реализация алгоритма функционирования объекта осуществляется посредством взаимодействия человека и ЭВМ.

Автоматизированные методы проектирования появились в связи с практической потребностью в высокоскоростных вычислениях при проведении многофакторного анализа элементов и обработки изображений, где компьютерное проектирование оказалось эффективной альтернативой дорогостоящему и длительному физическому моделированию. Внедрение вычислительной техники в процесс проектирования позволяет существенно повысить эффективность работ при осуществлении проектных решений. Вместе с тем в процессе автоматизированного проектирования возникают проблемы, связанные с взаимодействием адекватно формализуемой системы расчетов, графического представления объектов и слабоструктурированной сферы опыта, навыков и способностей проектировщика.

Автоматизация проектирования транспортных объектов не имеет ярко выраженной систематической составляющей. Преобладающую роль во всем процессе получения проектного решения

играют эвристические подходы, связанные с обработкой аналитической информации (выбор места расположения устройств с учетом внешних условий, определение точек примыкания путей необщего пользования, оценка планировочного решения с перспективой дальнейшего развития и др.). Если для систематических систем автоматизированного проектирования (САПР) основные затраты времени приходятся на непосредственный расчет, то для эвристических САПР в понятие «проектирование» вкладывается иной смысл. Прежде всего, компьютерное моделирование объектов транспорта связывается с тесным взаимодействием проектировщика и прикладного пакета. Пользователь применяет САПР как инструмент анализа возникающих вариантов, как средство сокращения продолжительности расчетов и использования высвобождающихся ресурсов времени для более глубокой проработки проектных решений. Поэтому автоматизация проектирования транспортных объектов является очень сложной задачей, требующей привлечения мощных средств интеллектуального анализа и активного использования опыта проектировщика.

37.2. Основные направления автоматизации проектирования станций и узлов

Процесс автоматизации проектирования железнодорожных станций и узлов является сложной комплексной проблемой, включающей не только формальное описание структуры путевого развития, но и тесно связанные задачи топографического, экономического, климатического и экологического характера.

Существующие методы проектирования отдельных пунктов и автоматизированное проектирование имеют концептуальные различия. Механическое конструирование схемы станции не позволяет формировать и отслеживать ее сложную структуру. Автоматизированное проектирование позволяет решать проблему с позиций всестороннего учета всего спектра непрерывных и дискретных станционных процессов. Схема отдельного пункта рассматривается как динамичная структура, имеющая предысторию и перспективу развития. Изменения происходят как на микроуровне (удлинение путей, переустройство горловин), так и на макроуровне (изменение характера работы станции и ее роли в работе железнодорожного узла).

Скорость реализации проектных решений — это положительная сторона САПР. А ее узкое место заключается в отсутствии возможности использования базы знаний, построенной на основе опыта проектирования. Полновесная база знаний, имеющая прямое и косвенное отношение к проектированию отдельных пунктов, является залогом эффективности системы автоматизированного проектирования железнодорожных станций (САПР ЖС). В этой связи нужен надежный механизм использования опыта проектирования в САПР ЖС.

В настоящее время исследования, связанные с разработкой САПР ЖС, заключаются в проработке подходов формального описания структур путевого развития. Использование комбинаторных, топологических, матричных, графовых моделей для отображения существенных признаков и корректного графического представления технического оснащения станций и узлов позволило сформулировать ряд требований, предъявляемых к математическим аналогам реальных схем отдельных пунктов.

Можно выделить два направления автоматизации проектирования отдельных пунктов: техническое конструирование путевого развития; технико-технологическое моделирование элементов и процессов.

Первое направление преследует цель определить адекватную электронную схему путевого развития на основе соответствующих нормативов по взаимному расположению стрелочных переводов, геометрическому начертанию путей в плане, рациональной связи парковых элементов в горловинах и др. При этом основное внимание уделяется исключению конфликтных ситуаций размещения путей и стрелочных переводов, не позволяющих выполнять технологические операции.

Второе направление предполагает подчинение геометрической интерпретации схем отдельных пунктов технологическому содержанию. Здесь модель путевого развития связывается со станционными процессами. Приоритет отдается не статичным структурам, а динамичным объектам, формирующим электронную схему по технологическим соображениям.

По причине такой двойственной ориентации исследований в области САПР ЖС в настоящее время отсутствует законченное решение. Существующая элементная и функциональная основа САПР

ЖС носит описательный характер и связывается с необходимостью активного и непосредственного использования опыта проектировщика. В этом случае методы автоматизированного проектирования являются вторичными и используются как инструмент воспроизведения результата деятельности человека. По причине отсутствия методов формализации опыта проектировщика, система автоматизации подменяется прямым использованием этого опыта. По сути, процесс проектирования разъединяет цели проектировщика и программной среды САПР ЖС, что противоречит основам автоматизированного проектирования, предусматривающим на всех этапах их тесную связь. При этом может быть предложен подход к проектированию, представленный на рис. 37.1. Данный подход является универсальным, однако не отражает специфику автоматизации проектирования. В схеме отсутствуют такие необходимые составляющие САПР-ориентированного процесса, как разделение функций программной среды и проектировщика на уровне этапов и задач.

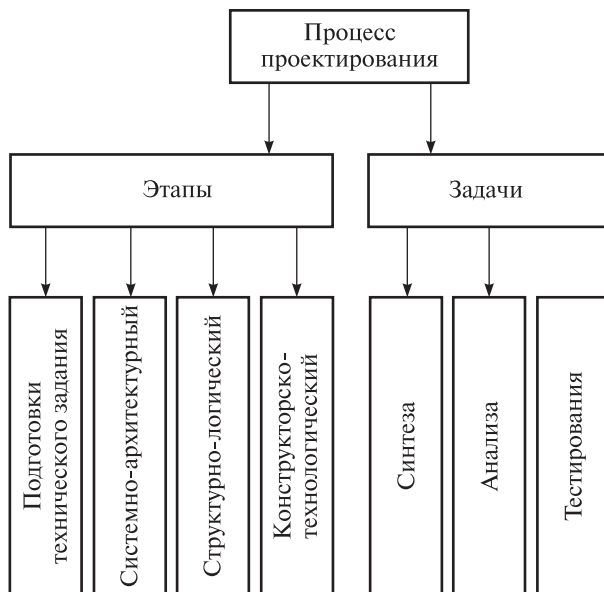


Рис. 37.1. Характеристика этапов и задач проектирования

37.3. Типовые пакеты систем автоматизированного проектирования

В зависимости от ориентации на решение определенных задач системы автоматизированного проектирования, функционирующие в настоящее время, можно отнести к одному из следующих классов:

- автоматизации машиностроительного черчения;
- конструирования печатных плат и электронных схем;
- автоматизации строительного проектирования;
- комплексного проектирования макроструктур.

Крупные математические пакеты AutoCAD, MicroStation, CADDY и др. позволяют расширить возможности автоматизированных систем проектирования для решения узкоспециализированных задач.

Анализ возможностей рассмотренных выше САПР показывает, что они в различной степени могут быть адаптированы для решения задач автоматизированного проектирования отдельных пунктов, так как в их арсенале имеются геометрические примитивы, которые могут быть идентифицированы как участок железнодорожного пути, стрелочный перевод и т.д. Однако следует заметить, что разрабатываемая САПР ЖС относится к системам эвристического типа, для которых необходимо развивать базовую структуру анализа входных данных. Подобной системы ни одна типовая САПР изначально не имеет.

Для эвристических САПР исходные данные требуют определенной обработки. В качестве механизма доводки исходных данных выступает внешняя среда. Например, проектирование или переустройство отдельных пунктов в районе вечной мерзлоты, в пустыне или высокогорье приведут к результатам, резко отличающимся по взаимному расположению устройств, их сложности, технологии работы. Внешняя среда является необходимым, но далеко не достаточным условием функционирования САПР ЖС. Требуется создание интерпретатора среды, формализующего внешние признаки. Наличие такого интерпретатора коренным образом отличает эвристические САПР от систематических.

Возможности типовых САПР оказываются достаточно полными для расчета и графического моделирования схем железнодорожных станций, но не обеспечивают интерактивный контроль со стороны проектировщика за ходом процесса проектирования.

Контрольные вопросы

1. Сформулируйте основную цель и задачи автоматизированного проектирования.
2. Назовите особенности автоматизации проектирования транспортных объектов.
3. В чем заключаются принципиальные отличия существующих методов проектирования раздельных пунктов от автоматизированного проектирования.
4. Сформулируйте два направления автоматизации проектирования раздельных пунктов.
5. Назовите основные классы систем автоматизированного проектирования в зависимости от ориентации на решение определенных задач.
6. Оцените возможности типовых САПР для расчета и графического моделирования схем железнодорожных станций.

Глава 38. ФОРМАЛИЗОВАННОЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ НОРМАТИВНО-СПРАВОЧНОЙ ИНФОРМАЦИИ В САПР ЖС

38.1. Опыт проектирования как лингвистический объект исследования

Эффективное использование проектных решений средствами САПР требует использования в качестве исходных данных нормативно-справочных и инструктивных материалов, а также рекомендаций, основанных на опыте проектирования.

Анализ инструктивных материалов показывает их широкую разноплановость с точки зрения привлечения средств формализованного описания. Наряду с рекомендациями количественного характера они охватывают типовые схемные решения различных типов станций и узлов, технологические требования, а также слабоформализуемые выражения, имеющие косвенное отношение к базе нормативных знаний. По признаку доминирующего фактора в каждом отдельном положении инструктивных указаний можно выделить следующие классы требований: количественные; геометрические; технологические; формальные.

Некоторые инструктивные положения могут иметь более одной доминанты. В этом случае данный пункт относится к нескольким классам доминирующих факторов.

Включаемая в базу знаний информация представляет собой таблицы, графики, чертежи, текстовые фрагменты и другие структуры различной сложности. Текст, как форма представления нормативных требований, преобладает, поэтому создание информационной базы знаний связывается с анализом языковых структур и их содержания.

Сложность формализации знаний напрямую зависит от четкости представления языковых конструкций. Основной багаж базы знаний — это опыт, достигнутый трудом многих поколений ученых и практиков.

Действующие инструкции по проектированию железнодорожных станций и узлов разработаны на основе полученного опыта, что позволяет говорить о том, что первоначальная обработка трудноформализуемого содержания уже проведена. В нормативные документы входят достаточно стилизованные выражения, концентрирующие в себе основную мысль. Поэтому необходимо осуществить анализ нормативных документов по проектированию, как исходного стилизованного лингвистического объекта, который представляет собой результат первой фазы обработки опыта проектировщика.

38.2. Логико-лингвистический анализ инструктивной документации по проектированию станций и узлов

При разработке схем железнодорожных станций проектировщик использует значительный по объему материал нормативного характера (параметры путей и стрелочных переводов, схемы их взаимного расположения, технические условия проектирования, методики расчета устройств и др.). Однако инструктивная документация, регламентирующая порядок проектирования железнодорожных станций (инструкции, нормы, правила, руководства, указания), оперирует предметными знаниями, которые выражаются естественным языком, понятным пользователю, но сложным для восприятия компьютерной программой. САПР ЖС — это, прежде всего, инструмент помощи для проектировщика, поэтому включение в базу данных автоматизированной системы всех нормативных сведений позволяет резко сократить потери времени на поиск необходимой информации.

Однако на практике оказывается, что инструктивные документы по проектированию объектов железнодорожного транспорта активно используют нечеткие по содержанию выражения («как правило», «технически оснащенные», «разрешается», «большой поток», «постепенно» и т.п.). Например, указание в документе: «*Как правило*, на участковых станциях число сортировочных путей должно быть *не менее* одного пути для вагонов, поступающих в адрес станции. Если число местных вагонов превышает 30, то *рекомендуется* выделять два пути...» содержит три нечетких словоформы (в тексте выделены курсивом), которые не могут храниться в компьютерной базе знаний в обычном их представлении. Они должны пройти оп-

ределенную обработку, состоящую в сужении смыслового содержания и уточнении предмета, события или действия, на которые указывают. Таким образом, все нормативные сведения необходимо формализовать, используя процедуры выделения четкой смысловой информации.

Однако исключение второстепенных знаний из базы не должно приводить к искажению смысла нормативных сведений. Справочная информация является основой получения эффективного проектного решения, и любое преломление содержания отдельных положений может привести к грубым ошибкам проектирования.

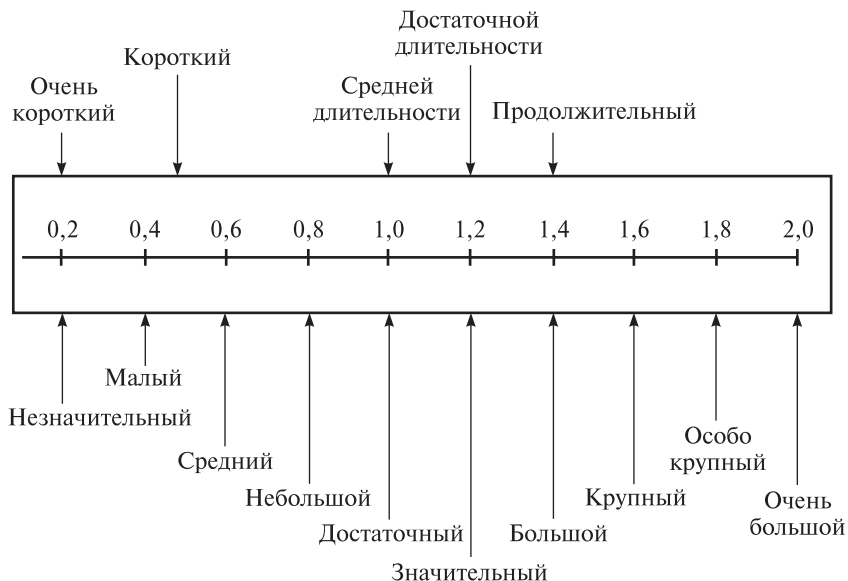
Лингвистический анализ нормативных положений проектирования позволяет раскрыть смысл используемых словосочетаний. В зависимости от подхода к формальному представлению выделяются следующие типизированные классы.

Шкалометрические параметры. В теории языка разработана методика измерения значения слов по шкалированным антонимическим осям типа «хорошо — плохо». Данная методика заключается в том, что определяется пространство понятий, имеющих узкосмысловую ориентацию на граничные условия. Чем ближе по содержанию понятие к границе пространства, тем ближе соответствующий количественный аналог к некоторому пределу.

Отбор параметров, принадлежащих к классу шкалометрических, производится по принципу тематической классификации. Слова, обозначающие предметы, события, факты, находящиеся между собой в отношениях сходства, принадлежат одной группе. Тематическая группа слов имеет заглавное слово (гипероним), обобщающее охватываемые им слова и представляющее их в качестве видовых понятий или частей целого. Элементы тематической группы располагаются по степени интенсивности признака. В этот класс включаются эмпирические характеристики, измеряющиеся посредством некоторой условной шкалы. В соответствии с этой шкалой все слова, отождествляющие некоторые близкие по смыслу состояния системы, процесса или события, группируются в одну категорию (гиперонимы «Величина», «Продолжительность», «Скорость» и др.).

На рис. 38.1 представлен переход различных оттенков понятий категории «Продолжительность» и «Величина». Признаки различных категорий эмпирических характеристик охватывают диапазон

Продолжительность



Величина

Рис. 38.1. Шкала измерения количественной информации гиперонимов «Продолжительность» и «Величина»

от 0 до 2. В общем множестве элементов данной категории выделяется качественный параметр средней интенсивности признака. Например, для категории «величина» таким элементом является «достаточный», а в категории «продолжительность» — параметр «средней длительности». По предлагаемой шкале оценки признаков эти параметры получают значение $\xi = 1$.

Для количественной интерпретации любого смыслового оттенка j -го элемента некоторой i -й категории используется выражение:

$$P_{ij} = P_{0i} \xi_{ij}, \quad (38.1)$$

где P_{0i} — базовое значение количественной оценки i -й категории качественного параметра при $\xi_{ij} = 1$. Например, P_{0i} для выражения «поток грузовых поездов достаточного объема, перерабатываемого на сортировочной станции» экспертно принимается равным: $P_{0i} = 30$ поезд/сут. По предлагаемой схеме оценка величины потока грузовых поездов как незначительного ($\xi_{ij} = 0,2$): $P_{ij} = 30 \cdot 0,2 = 6$ поезд/сут.

При потоке пассажирских поездов достаточного объема, поступающих на станцию, в соответствии с некоторой экспертной оценкой $P_{0i} = 5$ поезд/сут, соответствующее значение незначительного потока:

$$P_{ij} = 5 \cdot 0,2 = 1 \text{ поезд/сут.}$$

Аналогично выполняется выделение других категорий качественных характеристик данного класса, присутствующих в нормативных положениях. Характеристика гиперонимов качественных понятий дана в табл. 38.1.

Таблица 38.1

Характеристика гиперонимов качественных понятий

Гипероним категории	Элементы категории	Оценка значения по шкале
1	2	3
Условия А (среда функционирования)	Легкие (благоприятные)	0,5
	Средние (нормальные)	1,0
	Трудные	1,2
	Сложные	1,4
	Особо трудные	1,6
	Особо сложные	1,8
Периодичность	Редко	0,5
	Средней интенсивности	1,0
	Часто	1,3
	Интенсивно	1,4
	Систематически	1,6
Существование	Отдельные	0,6
	Некоторые	0,8
	Все	1,0
Диапазон	Менее	$P_0(1+\xi), \xi=0,2$
	Не менее	0,4
	Не более	0,6
	Более	0,8
Темп	Медленно	0,5
	Быстро	1,5
Скорость изменения	Постепенно	0,5
	Резко	1,5
Условия Б (трудность выполнения)	Легкие	0,5
	Средней тяжести	1,0
	Тяжелые	1,2
	Трудоемкие	1,4

1	2	3
Условия В	Местные	1,0
	Трудные местные	1,2
	Особо трудные местные	1,4
Видимость	Недостаточная	0,5
	Достаточная	1,0
	Ясная	1,5
Развитие	Слабое	0,6
	Недостаточное	0,8
	Достаточное	1,0
	Сильное	1,5
Стоимость	Дешевые	0,5
	Дорогостоящие	1,5
Время	Ближайшее время (в первую очередь)	1,0
	Ближайшая перспектива	1,2
	В перспективе (на перспективу)	1,4
	В будущем (в дальнейшем)	1,6
	Далекая перспектива	1,8
Доля	Минимально	0,5
	Часть	1,0
	Максимально	1,5
	Полностью	2,0
Расстояние	Максимально приближено	0,4
	В непосредственной близости	0,6
	Вблизи (рядом)	0,8
	На определенном расстоянии	1,0
	На достаточном расстоянии	1,2
	На удалении	1,5
Признак «второго плана»	Другие	1,0
	Прочие	1,2
	Остальные	1,4
Протяженность	Короткие	1,5
	Длинные	1,0
Точность	Приблизительно (примерно)	0,5
	Около	0,7
	Близкое к	0,9

Примечание. В таблицу включаются только те словоформы, которые используются в нормативных документах по проектированию станций. Элементы, не регистрируемые инструкциями, косвенно входят в соответствующее подмножество гиперонима. Так, например, в категории «Темп» оттенок «нормальный» (или «средний») отсутствует, тем не менее, за отсутствующей лексемой закрепляется $\xi_i = 1$. Этот же факт имеет место для категорий «Скорость изменения», «Стоимость» и некоторых других.

Использование предлагаемой градации отдельных элементов в выделяемой категории признаков позволяет отождествить соответствующую языковую конструкцию с численным значением в базе знаний САПР.

Алетические параметры. В документах по проектированию имеется достаточно обширное множество неоднозначно определяемых элементов, характеризующих возможность или необходимость выполнения нормативных требований с различной степенью категоричности.

Языковые конструкции можно сгруппировать в категорию алетических высказываний. Алетические лексемы «разрешается», «может быть», «допускается», «рекомендуется», «следует», «необходимо» и другие используются как самостоятельные языковые единицы, несущие определенную смысловую нагрузку, так и в сочетании с лингвистическими конструкциями, ограничивающими свойства результирующего образования, (например, «допускается, как правило», «разрешается в исключительных случаях», «следует по возможности»). Причем часто наблюдается связь различных алетических лексем в одном сочетании: «следует предусматривать», «должна допускать», «необходимо устанавливать», «можно предусматривать» и др.

Кроме рассмотренных утвердительных алетических лексем, используются высказывания отрицающего типа, например: «не следует», «нецелесообразно», «допускается не предусматривать», «не должно» и др. Отрицающие алетические лексемы также применяются с ограничивающими конструкциями: «не предусматривается, как правило», «как правило, не следует допускать» и т.п.

Для систематизации алетических выражений модальные конструкции анализируются на предмет синонимичности и лексической сочетаемости. Лингвистический анализ таких форм проводится посредством таблиц, синтезирующих совместное применение алетических высказываний и ограничивающих правил. Заполняются две принципиальные таблицы: для утверждающих (табл. 38.2) и отрицающих (табл. 38.3) лексем. Языковые конструкции располагаются в порядке усиления требования (от «разрешается» до «обязательно»). Ограничивающие факторы имеют аналогичный вектор действия (от «во всех случаях» до «только»).

Таблица 38.2

Утвердительные алетические лексемы

Ограничивающие лексемы	—	Разрешается	Рекомендуется	Предусматривается	Обеспечивается	Устанавливается	Целесообразно	Следует	Обязательно
—									
Во всех случаях									
Как правило									
По возможности									
В обоснованных случаях									
По согласованию									
В отдельных случаях									
В виде исключения									
В отдельных исключительных случаях									
За исключением									
Только									

Таблица 38.3

Отрицающие алетические лексемы

Ограничивающие лексемы	—	Могу не	Допускается не предусматривать	Не рекомендуется	Не целесообразно	Не предусматривается	Не следует
1	2	3	4	5	6	7	8
—							
Во всех случаях							
Как правило							
По возможности							

1	2	3	4	5	6	7	8
В обоснованных случаях							
По согласованию							
В отдельных случаях							
В виде исключения							
В отдельных исключительных случаях							
За исключением							
Только							

Примечание. В табл. 38.2 и 38.3 использованы следующие условные обозначения: ■ — лексически не сочетаемые конструкции; ■ — разрешенные сочетания, используемые в нормативных документах; □ — разрешенные сочетания языковых конструкций, не используемые в нормативных документах проектирования.

Фокусные параметры. Этот класс языковых конструкций относится к трудно формализуемым сочетаниям. Даже входящие в одну категорию, они достаточно различны по смысловому содержанию. Их объединяет только условная семантическая направленность (фокус признаков). Выделяется 8 категорий фокусных параметров, представленных в табл. 38.4.

Отличительной особенностью фокусных параметров от шкалометрических является их недискретный характер. В нормативных документах используются словоформы «поточность», «плавность», «комплексное развитие» и другие, без каких-либо градаций, что не позволяет сформировать сравнительный ряд близких по смыслу признаков, обладающих различной степенью насыщенности, сложности, темпа, точности и т.п. Фокусные параметры тяготеют к некоторому «центру» смысловой значимости, интуитивно фиксируют определенный аспект значения данного слова, однако эта фиксация оказывается менее определенной, чем для шкалометрических параметров. Объективно говоря, фокус не удастся детализировать на уровне определенного количественного параметра.

Элементы данной категории размыты, насыщены качественными свойствами. Поэтому к данному классу лингвистических объектов применимы экспертные методы оценки качественной информации. Степень их вхождения в базу данных САПР ЖС определяется проектировщиком.

Таблица 38.4

Характеристика фокусных параметров

Фокус	Перечень параметров ИПСУ
Превосходная степень достигаемого уровня	Наиболее полно Наилучшая Наибольший Массовая Особо сильно Резко выраженные Наиболее рационально Комплексное развитие Полное взаимодействие Коренное переустройство
Гравитационные	Концентрация Компактность Кооперирование Сгущенное прибытие Сосредоточение по возможности
Благоприятные	Поточность Плавность Удобство Надежность Безопасность Защита Рациональность Оснащенность
Неблагоприятные	Ограниченная Неточная Стесненная Малодеятельные Затруднительно
Связь с другими параметрами	Аналогично Такое же В сочетании Соответствующим Переходный этап
Нормированные	Эксплуатационные условия Нормы проектирования Допустимая нагрузка Достаточная длина Определяемые расчетом Принятая система обслуживания Установленной длины
Динамические	Возможные изменения на перспективу Несколько отличается Удлинение участков обращения Перспективная норма

Сетевые параметры. Этот класс нечетких языковых понятий может быть формализован только построением семантических сетей и разработкой соответствующих правил, определяющих содержание таких лингвистических конструкций. К классу сетевых параметров относятся: «и т.д.», «и т.п.», «а также», «не препятствует», «кроме того», «путем» (синоним «посредством»), «независимо» и др.

Конструкции «и т.д.», «и т.п.» используются после перечисления множества некоторых близких параметров, например:

- районы, причалы и т.д.;
- развитие существующих станций, проектирование развязок, обходов и т.п.;
- приемо-отправочные пути, экипировочные устройства, пункты технического осмотра и т.п.

Обобщенные семантические сети некоторых фрагментов нормативных положений, использующих лексемы «и т.д.», «и т.п.», приведены на рис. 38.2. Анализ этих сетей показывает, что языковые конструкции «и т.д.», «и т.п.» основываются на иерархии отдельных признаков. Вершина (1) определяет основную тему («удобство для населения», «развитие узла», «устройства»), фиксируемую нормативным положением. Вершина (2) указывает подтему, которая непосредственно формирует множество охватываемых элементов — вершины (21), (22), (23)...

Семантическая подсеть (2) — $\{(21)+(22)+(23)+\dots\}$ по формальным признакам реализует тематический подход к классификации близких по значению элементов. В данном случае гиперонимом выступает подтема («устранение негативных эффектов», «развитие элементов», «устройства для обслуживания грузовых транзитных поездов»). Однако определенную шкалу применить нельзя из-за не замкнутости множества. В первом приближении можно принять, что приведенный перечень $\{(21)+(22)+(23)\}$ оказывается достаточно полным для эффективного функционирования базы знаний САПР. По мере необходимости данное множество следует расширять, тем самым, сокращая нечеткое подмножество признаков, охватываемое лексемами «и т.д.», «и т.п.».

Лексема «а также» близка по содержанию к конструкциям «и т.д.», «и т.п.». Этот вывод подтверждают обобщенные семантические сети, представленные в табл. 38.5.

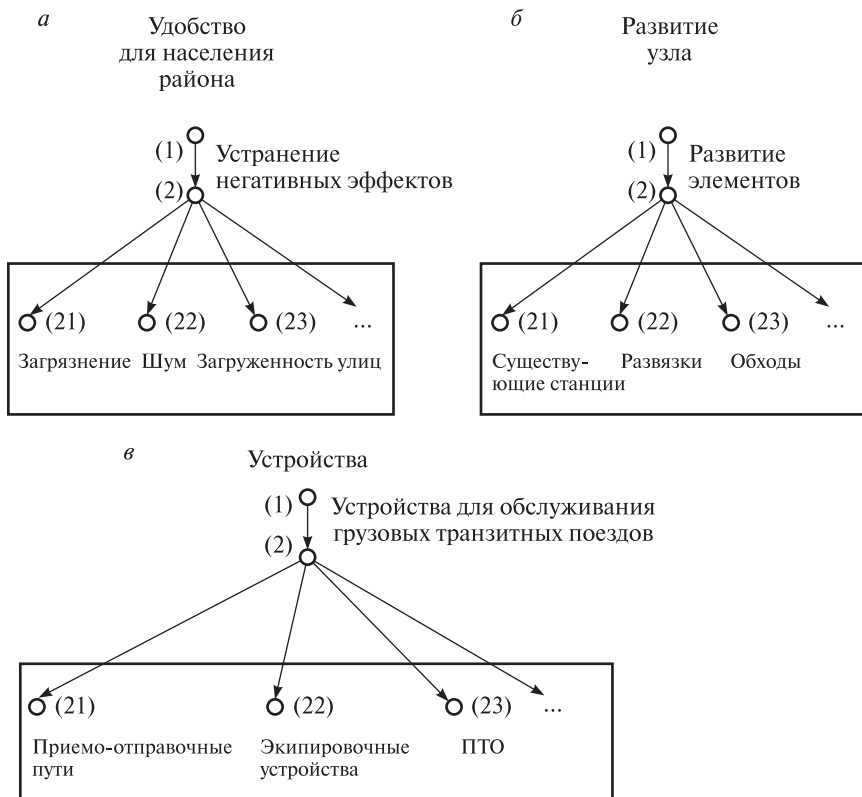
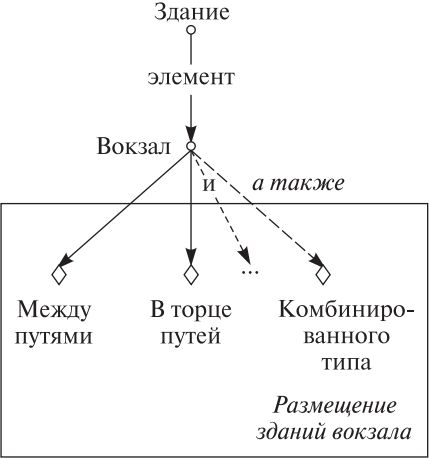
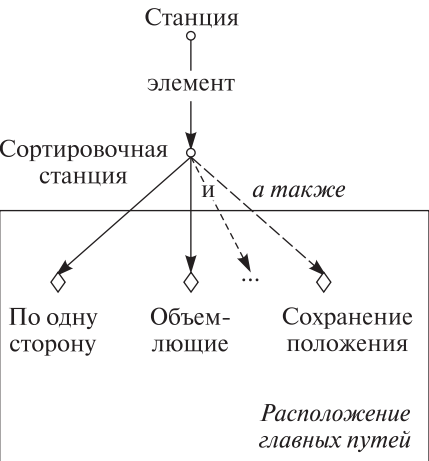


Рис. 38.2. Семантические сети фрагментов нормативных положений:
a — проектирование района; *б* — развитие железнодорожного узла; *в* — обустройство станций

Отличительной особенностью использования конструкции «а также» является наличие финального элемента варианта подтем («вокзал», «сортировочная станция»). Данный сетевый параметр может быть заменен на элемент «и». При использовании сочетания «а также» подчеркивается некоторая внутренняя интонация, выделяющая указываемый элемент. При замене союзом «и» семантически содержание высказывания не изменяется, поэтому считаем, что «а также», «и» близки по содержательному значению с точностью до отсутствия различий с точки зрения формального представления языковых конструкций в базе знаний САПР.

Таблица 38.5

Характеристика сетцентрической лексемы «а также»

Фрагмент положения	Обобщенная семантическая сеть
1. «Расположение здания вокзала между путями (островного типа), в торце путей (тупикового типа), <i>а также</i> комбинированного типа допускается в отдельных обоснованных случаях...»	 Здание элемент Вокзал и а также Между путями В торце путей Комбинированного типа Размещение зданий вокзала
2. «При переустройстве сортировочных станций с расположением главных путей внутри станции должны быть рассмотрены варианты выноса этих путей (с односторонним или объемлющим расположением), <i>а также</i> с сохранением их на месте...»	 Станция элемент Сортировочная станция и а также По одну сторону Объемлющие Сохранение положения Расположение главных путей

Таким образом, все языковые параметры нечеткого характера, используемые в нормативных документах проектирования железнодорожных станций, разделены по четырем классам. В табл. 38.6 дается общая характеристика лингвистических выражений нечеткого характера, используемых в нормативных положениях проектирования станций и узлов.

Сложность формализации признаков увеличивается от шкалометрических к сетцентрическим. Нечеткое содержание языкового элемента, частота его повторяемости в средствах информации, близость к другим, синонимично определяемым понятиям, характеризуют семантическое поле лингвистического параметра, «размах» его оттеночных характеристик.

Таблица 38.6

Общая характеристика лингвистических выражений нечеткого характера, используемых в нормативных документах по проектированию станций и узлов

Класс параметров	Особенности классификации	Примечания
Шкалометрические	Тематический подход с выделением гиперонима	Наиболее простая схема формализации с прямым переходом к количественному признаку
Алетические	Модальные конструкции	Формализация посредством разработки в качестве промежуточного звена интерпретатора языковых конструкций (таблицы сочетаемости)
Фокусные	Объединение по фокусу признаков	Выделение центра смысловой значимости результата
Сетцентрические	Разработка многоуровневой иерархической структуры семантических сетей	Методически менее определенная процедура представления признака в базе знаний

38.3. Концептуальные подходы к формированию базы нормативных знаний САПР ЖС

Архитектура формализованных нормативных знаний в значительной степени формирует целенаправленность САПР и, следовательно, определяет качество проектных решений. При этом информационное обеспечение САПР, как составной элемент системы, необходимо рассматривать как динамичные, адаптивные объекты со сложными связями и перспективой дальнейшей интеграции в структуру САПР.

Существующие нормативные положения по проектированию железнодорожных станций и узлов указывают на многогранность и противоречивость представленных в них сведений. Предложенные выше классификационные схемы выделения баз данных по

признаку доминирующего фактора, по семантическому признаку, а также по методам формализации позволяют провести комплексную стилизованную обработку исходного материала. Однако следует отметить, что даже с учетом используемых логических методов получить строгие алгоритмические формы критериев весьма сложно. Языковые конструкции всегда обладают не интерпретируемым остатком.

Идентификация языковой структуры зависит от способа формализации исходного материала. При глубокой фрагментации и выделении сильного контента (основной темы нормативного положения) определенный параграф инструктивного материала оказывается утрирован и, как следствие, отнесен к разряду количественных баз данных. «Мягкая» тактика фильтрации на стадии формализованной обработки приводит к становлению интерпретируемой структуры как нечеткой базы знаний.

Для выбора рационального варианта формализации можно воспользоваться следующими рекомендациями:

- при отсутствии нечетких языковых форм в характеристике одного объекта, процесса или операции с позиции параметрического описания классифицировать параграф инструкции как связанное множество количественных параметров базы данных;
- при отсутствии нечетких языковых форм и наличии нескольких параметров различных процессов в нормативном положении (параграфе) локализовать семантическую форму и вынести ее в отдельный абстрактный объект за пределы основной темы параграфа. Применить к данному объекту стандартные методы лингвистической обработки, изложенные выше, и свести его содержание к количественно-интерпретируемому;
- при наличии в параграфе одной нечеткой семантической формы, независимо от параметрических характеристик, исключить неоднозначность интерпретации параграфа и далее применить предыдущие рекомендации;
- при наличии в параграфе нескольких нечетких словоформ, связанных одной темой, необходимо определить возможное взаимное влияние этих понятий. Если удастся получить одну интегральную нечеткую характеристику, то следует руководствоваться предыдущей рекомендацией. В противном случае нормативное

положение делится на столько объектов, сколько нечетких характеристик получено;

– при использовании в параграфе нескольких лексем и разноплановых словообразований производится разбиение исходной формы на несколько непересекающихся по содержанию объектов. К полученным формам применяются все предыдущие правила.

Контрольные вопросы

1. Назовите основные классы требований, изложенных в инструктивных указаниях, по признаку доминирующего фактора.

2. Какие основные типизированные классы выделяются при лингвистическом анализе нормативных положений проектирования?

3. Дайте характеристику шкалометрических параметров при лингвистическом анализе нормативных положений проектирования.

4. Дайте характеристику алетических параметров при лингвистическом анализе нормативных положений проектирования.

5. Дайте характеристику фокусных параметров при лингвистическом анализе нормативных положений проектирования.

6. Дайте характеристику сетцентрических параметров при лингвистическом анализе нормативных положений проектирования.

7. Назовите концептуальные подходы к формированию базы нормативных знаний САПР ЖС.

Глава 39. ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ САПР ЖС

39.1. Исходная база модульных конструктивов и формирование вариативных объектов проектирования путевого развития

Автоматизированное проектирование путевого развития железнодорожных станций вместе с базой исходных данных предполагает наличие некоторой исходной базы конструктивов. Это множество оказывается достаточным при включении в него только двух элементов — стрелочного перевода и участка пути, которые способны обеспечить формирование схемы раздельного пункта любого уровня сложности (от горловины парка до железнодорожного узла).

Участок пути не обладает какой-либо специфической внутренней структурой, оказывающей существенное влияние на взаимодействие смежных элементов. Такие характеристики, как тип рельса, радиус кривой, относятся к исходным параметрам. Их значения определяют геометрию начертания путевого развития. Обыкновенный стрелочный перевод формируется как неделимый модуль. Последовательное соединение между собой нескольких стрелочных переводов и участков путей часто определяет новую, качественно иную структуру путевого развития, имеющую технологическое назначение (обыкновенные и перекрестные съезды, соединения двух путей, глухие пересечения и др.).

Кроме того, возникает необходимость оперировать не статичным элементом, закрепляемым в данной точке, а некоторым динамическим набором, различающимся ориентацией, длиной, цветом, типом, толщиной линии. При вызове такого набора из базы могут моделироваться различные проектные ситуации, что обогащает процесс проектирования в целом. На экране дисплея возникают альтернативные структуры соединений стрелочных переводов и путей, которые предлагаются проектировщику для выбора и привязки в

конкретной узловой точке. Причем эти динамические формы (вариативные объекты) не просто вызываются по порядку из базы, а в зависимости от существующей структуры путевого развития предоставляются из числа разрешенных состояний. Например, при вызове пользователем нового стрелочного перевода с укладкой его в определенной фиксированной точке происходит конструирование схемы соединения двух смежных переводов, а на экран дисплея вызываются лишь бесконфликтные соединения. Проектировщик имеет возможность просмотреть их на экране и выбрать требуемую схему.

При проектировании участка пути соответствующий вариативный объект визуально представляет элемент с указанием длины и радиуса (для кривых). Причем укладка пути требуемой длины происходит в динамическом режиме отслеживания пройденного пути манипулятором «мышь». Дальнейшее наращивание структуры путевого развития в выбранной точке происходит с автоматическим определением угла присоединения участка пути или стрелочного перевода.

Благодаря ограниченной внутренней структуре вариативные объекты способны проводить рекогносцировку сложившейся проектной ситуации и предлагать наиболее эффективные возможности дальнейшего развития схемы станции. В качестве скрытых примитивов в структуру вариативных форм «защиты» сведения о марке крестовины стрелочного перевода, типе рельсов, радиусе кривых и др.

Класс вариативных объектов проектирования железнодорожных станций ориентируется на базовые конструктивы. Приемлемый уровень обслуживания САПР достигается при наличии всего лишь трех действительных вариативных объектов конструирования прямого участка пути (рис. 39.1, *а*), участка пути в кривой (рис. 39.1, *б*) и стрелочного перевода (рис. 39.1, *в*).

Формирование положения любого объекта начинается с точки X_1 , которая указывается проектировщиком как узловой пункт дальнейшего развития схемы. Если намечается укладка участка пути, то программно отслеживается расстояние d_L от указателя манипулятора «мышь» на экране дисплея до точки X_1 .

С изменением d_L динамически изменяется длина требуемого участка пути L , визуально представляемая другим цветом и типом

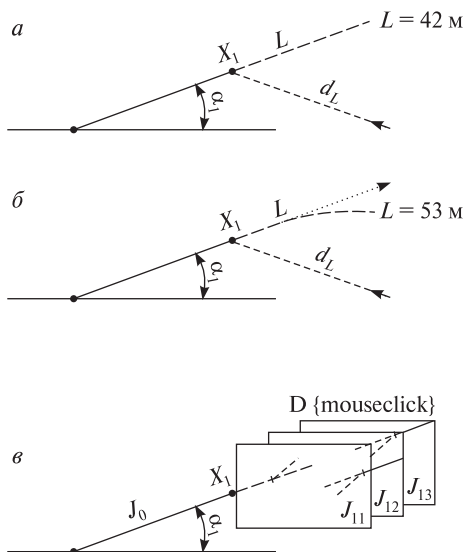


Рис. 39.1. Принцип работы вариативных объектов САПР ЖС:

a — при проектировании прямого участка пути; *б* — криволинейного пути; *в* — примыкания стрелочного перевода

линии на рабочем поле экрана под начальным углом α_1 . Конечная точка сопровождается дополнительным текстовым окном с указанием текущей длины участка L .

Программно фиксируется лишь фактическое расстояние d_L , поэтому указатель манипулятора может находиться в любом положении по отношению к точке X_1 . Нажатием левой кнопки «мыши» пользователь останавливает работу процедуры. В результате полученные участки прямого и криволинейного пути регенерируются цветом и типом линий, установленных для текущего слоя формирования схемы станции.

Действительный вариативный объект (см. рис. 39.1, в)

работает несколько иначе. Процесс присоединения к точке X_1 предваряет программный анализ предыдущего элемента J_0 , стыкующегося с выбранным стрелочным переводом. Из базы J_0 считывается тип примитива, тип рельсов, другие параметры. Исходя из этой информации, формируется множество допустимых ориентаций присоединяемого стрелочного перевода. По сигналу нажатой левой кнопки «мыши» проектируется соединение $J_0 + J_{ij}$ с учетом схемы взаимного расположения стрелочных переводов. Выбор определенной схемы производится пользователем после нажатия клавиши <ENTER> на клавиатуре. Для всех трех действительных вариативных объектов разработаны их статичные аналоги. При этом динамическое отслеживание мгновенных позиций заменяется вводом определенных значений длины L или положения перевода J_{ij} .

Кроме трех действительных вариативных объектов, в САПР ЖС используется мнимый вариативный объект. Этот инструмент ими-

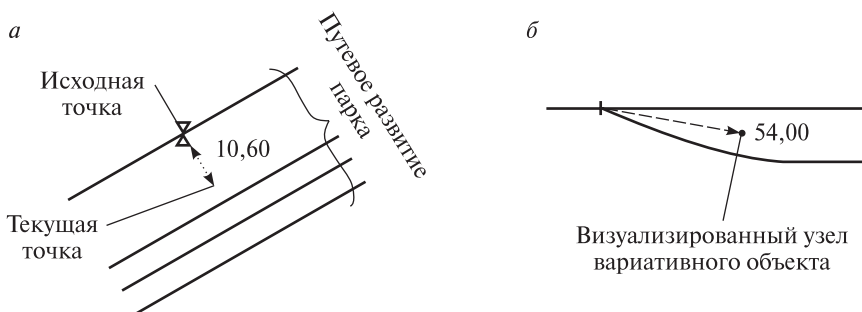


Рис. 39.2. Принцип действия мнимых вариативных объектов:
а — автоматического построения перпендикуляра к участку пути; *б* — вычисления длины отрезка в заданном направлении

тирует работу обычной линейки, позволяя определить расстояние между заданными точками, не внося никаких видимых изменений в существующее путевое развитие раздельного пункта. Его использование дает возможность оперативно отслеживать расстояние от фиксированной до текущей точки в динамическом режиме регистрации. Данный вариативный объект работает в двух режимах: автоматического построения перпендикуляра от участка пути, на котором выбирается исходная схема (рис. 39.2, *а*), и вычисления длины виртуального отрезка в направлении, заданном проектировщиком (рис. 39.2, *б*).

При реализации второго режима, подтвержденного нажатием левой клавиши «мыши», можно визуализировать соответствующий узел, представляемый на экране дисплея в виде точки.

39.2. Основы формализованного представления объектов САПР ЖС

После разработки отдельных объектов проектирования (модулей) необходимо определить общую схему их формирования. Ведь даже после приписки определенных значений стрелочным переводам, участкам путей и задания некоторой внутренней структуры они остаются обособленными объектами схемы станции. Наиболее тесная связь существует между смежными стрелочными переводами, которая, тем не менее, преследует специфическую цель определения схемы увязки. Задача состоит в разработке модели формирования

структур, представляющих собой с точки зрения технологической пригодности устойчивые комбинации отдельных элементов путевого развития и технического оснащения станций. Данные конструктивные формы являются своеобразными строительными блоками технологических линий обслуживания поездопотоков различных категорий. Они образуют множество сочетаний, разрешенных правилами проектирования. На некотором уровне накопления геометрического материала, выражаемого корректным присоединением друг к другу стрелочных переводов и участков путей, появляется качественно новый фактор, который начинает интенсивную работу по исключению большого числа последующих вариантов развития схемы раздельного пункта.

С одной стороны, накопление множества элементов проектной структуры неуклонно приводит к резкому возрастанию числа вариантов решений при их различном взаимном сочетании. Однако соединение модулей проектирования подчиняется определенным правилам, которые ограничивают рост вариантов. Кроме того, многие точки связи смежных элементов погашаются, т.е. к ним впоследствии уже нельзя присоединить никакой другой элемент. И самое главное, количество вариантов начинает резко убывать из-за технологической непригодности или нецелесообразности многих потенциальных структур. При достижении некоторой мощности путевого развития технологический фактор начинает играть существенную роль, определяя вектор дальнейшего развития схемы станции. В данном случае речь идет о реализации технологического фактора на первоначальных ступенях развития схемы станции средствами САПР. Это значит, что, обладая определенными исходными данными, программная среда может рекомендовать проектировщику конкретную последовательность соединений модулей проектирования различного уровня интеграции, направленных на формирование эффективных линий технологического обслуживания.

Модель подобной системы связывается с некоторым пространством вариантного размещения объектов проектирования, фиксирующих определенное техническое решение. Так как любая схема раздельного пункта может быть воспроизведена по координатам контрольных точек отдельных элементов проектирования, то можно воспользоваться проецируемой плоскостью (β -плоскость), на кото-

рую переносятся все значимые узлы путевого развития, изображенной на рабочем чертеже (α -плоскость). Причем контрольные точки наследуют свойства элемента, к которому они принадлежат.

Выделяются четыре категории контрольных точек, имеющих принципиальное различие и содержащих различную информацию:

- R_1 — координаты центров стрелочных переводов, предельных столбиков и сигналов;
- R_2 — выходные точки, фиксирующие границы стрелочного перевода;
- R_3 — опорные точки, определяющие начало, конец кривой и вершину угла поворота кривой;
- R_4 — точки, указывающие на положение центра тяжести элемента с однородной планарной или пространственно распределенной структурой (участки прямых, площадки и склады хранения грузов, пассажирские платформы).

По мере развития схемы раздельного пункта увеличивается множество точек различных категорий, проецируемых на β -плоскость. Выдвигается гипотеза о фиксированном распределении этих коллапс-центров схемы станции, которые указывают на развитие определенной технологической направленности технической структуры. Более того, взаимное сочетание значимых узлов может образовывать устойчивую конфигурацию, которая определяет систему элементов, направленную на эффективное исполнение технологического модуля.

При нахождении подобных устойчивых образований можно контролировать дальнейшее развитие схемы в направлении достижения требуемой структуры.

39.3. Взаимодействие проектировщика и САПР ЖС в процессе разработки схемы станции

В условиях автоматизации процесса разработки схем раздельных пунктов роль проектировщика остается решающей. Как показывает практика использования систем автоматизации проектирования в других отраслях, программная ориентация проектирования приводит к возрастанию роли «человеческого фактора». Опыт и навыки профессионала пока не могут заменить никакие, даже самые современные компьютерные алгоритмы, моделирующие поведение

проектировщика в различных условиях. Поэтому САПР занимает место лишь грамотного помощника, обладающего уникальным инструментом скоростного расчета локальных задач и предоставлением любой информации в справочном режиме. Реализация трудно формализуемых операций, связанных с комплексной оценкой варианта схемы, учетом технологических особенностей работы, предоставляется только проектировщику. Передача функций управления от программной среды пользователю производится посредством организации диалога. Интерактивное взаимодействие рассматривается как способ, снимающий проблему формализации опыта проектировщика.

Принадлежность САПР железнодорожных станций к эвристическим системам автоматизации накладывает существенные ограничения на характер взаимодействия пользователя и программной среды. Начальный этап проектирования связан с вводом значительного объема исходных данных. Например, для получения качественной модели пассажирской станции требуется ввести более 50 параметров. Реализация в САПР ЖС наиболее простой схемы «запрос — ответ» приводит к значительным затратам времени при последовательном определении каждой характеристики. Однако для модулей проектирования отдельных пунктов характерна параметрическая связь формы объекта и его содержания, т.е. стрелочный перевод как элемент базы САПР связывается с определенной маркой крестовины, типом рельса, допускаемой нагрузкой. Выбирая этот объект для укладки в определенной точке рабочего поля чертежа, проектировщик автоматически восстанавливает соответствующие исходные данные. Такая скрытая форма ввода данных может быть определена как режим латентной регистрации, позволяющей сократить продолжительность программных запросов на 15—35 %.

Второй особенностью диалога среды САПР ЖС и проектировщика является необходимость наличия загрузочного блока исходных данных, определяющих значения параметров на всем протяжении процесса проектирования. Эти параметры образуют структуру, позволяющую определять значения характеристик по умолчанию. Проектировщик может использовать данные без прямого контакта с программной средой. Однако часто возникает необходимость корректировки ряда параметров загрузочной базы. Поэтому должна быть реализована возможность доступа к содержанию этих структур

со стороны пользователя. Следовательно, и в случае программного задания значений параметров сохраняется потенциальный диалог взаимодействующих сторон на любом этапе проектного процесса.

Обмен сообщениями между проектировщиком и программной средой САПР может происходить с различной интенсивностью и различным размером самого сообщения (пакета). Пакетный режим эксплуатации любой системы автоматизированного проектирования заключается в том, что программная среда частично или полностью функционирует независимо от пользователя, выполняя весь перечень работ по формированию проектного решения. При этом проектировщик остается пассивным наблюдателем, регистрируя факт завершения отдельных этапов и получения окончательного результата. От проектировщика требуется заполнение определенной пакетной формы, включающей перечень необходимых для задания параметров (рис. 39.3).

Интерактивное взаимодействие проектировщика с оболочкой САПР ЖС характеризуется тесным контактом программы и пользователя на всем протяжении проектного процесса и реализуется в формах запроса и ожидания. Программный запрос связывается с необходимостью получения от пользователя некоторого объема исходных данных. Как правило, требуется указание определенного диапазона количественной характеристики (специализации пути, номера стрелочного перевода, скорости движения пассажирских поездов и др.). Программное ожидание определяется таким состоянием САПР ЖС, когда выполнен некоторый этап проектирования, а продолжение развития схемы предоставляется поль-

Исходные данные для проектирования пассажирского района	
Количественные параметры	
Длина платформы (м)	600
Ширина перронной платформы (м)	6
Скорость движения пассажирских поездов (км/ч)	120
Качественные параметры	
Вид тяги {тепловозная (1), электровозная (2)}	1
Связь платформ {в одном уровне (1), в разных уровнях (2)}	2
Категория прилегающего города {мелкий (1), средний (2), крупный (3)}	2
OK Cancel	

Рис. 39.3. Форма пакетов исходных данных

зователю, который активизирует вызов соответствующего модуля проектирования, задает точку привязки, указывает определенные параметры. Программная оболочка САПР ЖС только отслеживает эти действия, группирует исходные характеристики, отождествляет полученный объект с имеющимися в базе и транспортирует его в точку привязки с последующей визуализацией результата на экране дисплея. На этом активная деятельность среды проектирования заканчивается, и наступает следующая фаза ожидания ответных действий пользователя. Интерактивный режим программного запроса является наиболее простым по содержанию и практической реализации. Проектировщик приглашается к диалогу со средой САПР представлением на экране дисплея доступных средств продолжения проектного процесса. Программное ожидание используется как механизм подключения новых функций, полностью разделяющий абсолютный контроль проектировщика и гарантированное исполнение его требований программной средой.

Постоянное слежение за процессом разработки схемы раздельного пункта со стороны пользователя позволяет применять неинтеллектуальную среду автоматизации проектирования. Выбор элементов и анализ решения являются прерогативой проектировщика, следовательно, на первом этапе реализации САПР ЖС нет необходимости вводить в программу сложные алгоритмы оценки эффективности соединений модулей, сравнения с типовыми решениями, хранящимися в базе данных, выработки альтернативных вариантов, отвечающих определенным критериям.

Интерактивный режим характеризуется высокой активностью проектировщика, постоянно контролирующего все этапы проектного процесса. САПР, в свою очередь, выполняет только систематические расчеты, базирующиеся на фундаментальных физических законах, математически строгих выражениях и однозначно интерпретируемых методиках. Этот режим является незаменимым при решении сложных задач эвристического характера, когда для получения качественного проектного решения необходимо использовать опыт проектировщика и применяемые им неформальные методы.

Однако приоритет интерактивного режима не означает слабую эффективность САПР как инструмента получения проектного решения. Для эвристических систем интерактивная среда оказывает благоприятное воздействие на весь процесс проектирования, обес-

печивая незначительную итеративность «пристрелочных» оценок (проектировщик, опираясь на свой опыт, директивно выбирает наиболее эффективный путь развития структуры объекта). С другой стороны, прямой и интенсивный диалог САПР и пользователя не запрещает наличие локальных временных диапазонов, в которых стабильно работает пакетный режим (рис. 39.4).

Поэтому наблюдается интеграция обоих режимов, каждый из которых, отрабатывая свою фазу, одновременно готовит исходные данные для функционирования следующего этапа. При этом выделяются зоны наиболее эффективной работы пакетной и диалоговой фазы на всем протяжении дизайна технической системы.

Пакетный режим предваряет процесс проектирования схемы раздельного пункта и формирует исходную информацию в виде определенных таблиц. Многие данные могут быть заданы в режиме «по умолчанию» с возможностью корректировки со стороны пользователя. Следует отметить, что в данном случае осуществляются лишь такие этапы, как заполнение и анализ пакетной формы. Потокное

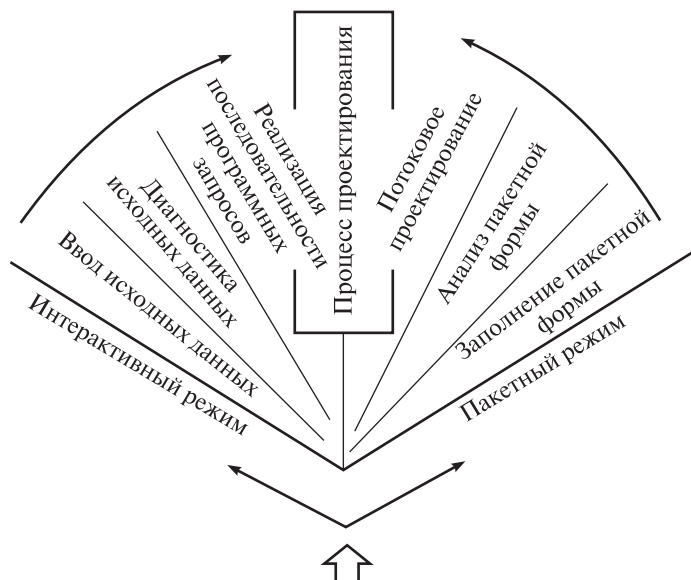


Рис. 39.4. Зоны эффективной работы режимов взаимодействия проектировщика и программной среды

проектирование остается лишь теоретической возможностью. Для формирующейся САПР ЖС активизация этой опции равносильна отказу от диалога с проектировщиком и подмене его опыта некоторой интеллектуальной программной структурой.

Собственно процесс проектирования целесообразно проводить в режиме прямого диалога с программной средой. При этом активизируются все промежуточные этапы интерактивного режима: ввод и диагностика исходных данных, программная интерпретация запросов и их реализация.

Таким образом, интерактивный и пакетный режимы являются неотъемлемыми формами реализации проектного процесса. Определяющая роль принадлежит активному диалогу как движущей силе проектирования. Пакетный режим на предварительной (и особенно заключительной) стадии позволяет резко расширить границы использования программной среды, не принижая роли проектировщика.

Контрольные вопросы

1. Дайте характеристику исходной базы конструктивов в САПР ЖС.
2. Дайте описание действительных вариативных объектов конструирования прямого участка пути, участка пути в кривой и стрелочного перевода.
3. Что такое мнимый вариативный объект и как он используется?
4. Сформулируйте основы формализованного представления объектов САПР ЖС.
5. Выделите четыре категории контрольных точек, имеющих принципиальное различие и содержащих различную информацию.
6. В чем заключается роль проектировщика в условиях автоматизации процесса разработки схем отдельных пунктов?
7. Выделите зоны наиболее эффективной работы пакетной и диалоговой фазы на всем протяжении дизайна технической системы.

Глава 40. ПРОЕКТИРОВАНИЕ СХЕМ РАЗДЕЛЬНЫХ ПУНКТОВ В СРЕДЕ САПР ЖС

40.1. Принципы функционирования среды САПР ЖС

В качестве фундамента для разработки САПР ЖС может служить пакет AutoCAD, который обладает развитыми средствами обработки примитивов различной степени сложности. Примечательной особенностью данного пакета является наличие встроенного языка программирования AutoLISP, позволяющего создать специализированные модули, ориентированные на формирование станционных элементов по формализованным правилам проектирования раздельных пунктов. Процедуры интегрированы в оболочку AutoCAD, замещая и развивая типовые функции базовой среды автоматизированного проектирования. Механизм оформления и доступа к новым средствам САПР соответствует принятой стратегии в AutoCAD: построение максимально дружелюбной к пользователю среды с предоставлением функций в виде графических изображений, подсказывающих проектировщику суть производимых данной функцией действий (см. рис. 40.1).

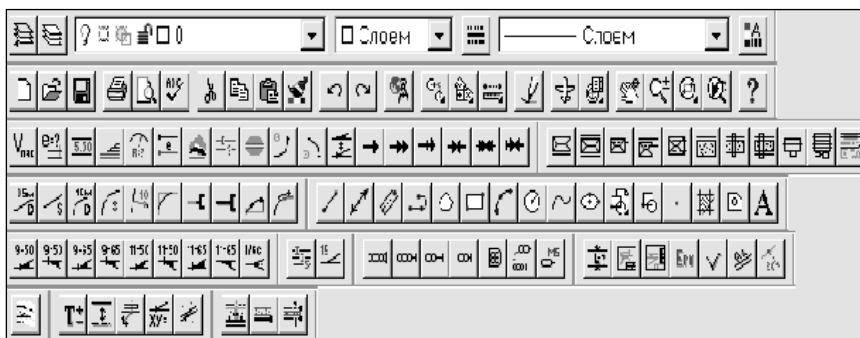


Рис. 40.1. Общий вид среды САПР ЖС

Функциональные возможности САПР ЖС разделены между шестью папками:

- исходные данные;
- редактирование данных;
- проектирование расширенных модулей;
- установка сигналов;
- сопроводительные надписи;
- вспомогательная.

Кроме специализированных средств, САПР ЖС активно использует и возможности AutoCAD: выбор типа линии и ее штриховка, разделение чертежа по слоям и др. Вызов любой панели инструментов, представленной на рис. 40.1, активизирует соответствующий программный модуль с проведением всех заложенных в него расчетных манипуляций и реализацией требуемых функций. Если обработка данного модуля завершается конфликтом, то на экран выдается диагностическое сообщение. САПР ЖС при этом способна продолжать работу без учета вызова последней функции.

В табл. 40.1 приведен перечень основных диагностических сообщений, инициируемых программной средой.

Таблица 40.1

Перечень диагностических сообщений, выдаваемых САПР ЖС при возникновении конфликтных ситуаций

Содержание диагностического сообщения	Примечание
1	2
Отсутствуют исходные данные...	Уточняются в каждом конкретном случае
Радиус кривой недостаточен	
Междупутье недостаточно	
Стрелочный перевод марки не менее 1/11	
Прямая вставка недостаточна	
Устройство сооружается в кривой	Уточнение в рабочем порядке
Отсутствует ось раздельного пункта	
Незавершенное путевое развитие	Указываются координаты точки обрыва
Отсутствует нумерация путей	
Отсутствует специализация пути	

1	2
Отсутствует нумерация стрелочного перевода	
Уточнить положение осей раздельного пункта	
Отсутствует пассажирская платформа	Необходимость ее сооружения связывается с указанной специализацией пути для приема пассажирских поездов
Сигнал на раздельном пункте уже существует	
Отсутствует вытяжной путь	
Длина вытяжного пути недостаточна	
Длина приемо-отправочного пути недостаточна для приема поездов	

Следует отметить, что не все конфликтные ситуации удастся обработать непосредственно в среде САПР ЖС. Но даже в случае появления такой ошибки не происходит фатального завершения работы пакета. Если работа вызванного программного инструмента завершается аварийно, то при нажатии клавиши $\langle F_2 \rangle$ можно восстановить последовательность выполненных команд и зафиксировать оператор, повлекший за собой сбой в реализации данной процедуры.

В качестве указательного устройства в САПР ЖС используется манипулятор «мышь».

Весь процесс автоматизированного проектирования схемы проходит в режиме раздельного формирования элементов путевого развития. В соответствии с характером содержания выделенных специальных папок процесс собственно проектирования отделен от этапа установки сигналов, нумерации стрелочных переводов и путей, специализации путей, других сопроводительных надписей. Для формирования поясняющих фрагментов разработаны соответствующие программные инструменты. Кроме текстовых вставок, на рабочем поле схемы раздельного пункта можно провести ряд операций, связанных с оформлением полученного электронного документа как чертежа, в полном соответствии с нормами конструкторской документации.

Для обозначения потенциальных точек дальнейшего развития схемы используются динамические указатели привязки. Этот ресурс входит в состав типового пакета AutoCAD и используется в качестве ориентира выхода на новые объекты путевого развития. При фиксации существующего элемента схемы раздельного пункта выбранный модуль проектирования обрамляется по всем контрольным точкам аналогичными указателями синего цвета. Таким образом, фиксируется возможное редактирование схемы (удаление объекта из схемы, перенос его к другой точке привязки, поворот относительно одной из выделенных контрольных точек). Данные операции можно выполнять одновременно над несколькими объектами путем предварительного их охвата прямоугольной рамкой, что позволяет изменить место расположения горловины, парка и целой станции.

Общее управление проектом в среде САПР ЖС осуществляется посредством интерактивного взаимодействия проектировщика и программной среды, что позволяет поддерживать достаточно высокую скорость проектных операций (0,2—0,5 операций/с). Функции компьютерных панелей активизируются только после вызова соответствующего инструмента пользователем, поэтому преобладающей операцией является ожидание (30—50 % от общей продолжительности проектного процесса).

Пользователь полностью контролирует ситуацию на любом этапе и имеет целый ряд возможностей приостановки или отказа от компьютерного моделирования конкретного модуля проектирования. В качестве штатных инструментов используется системная особенность клавиши <ESC>, которая прерывает выполнение любого процесса в среде AutoCAD.

40.2. Компьютерное моделирование станционных устройств

Программная среда САПР ЖС оперирует правилами сопряжения отдельных модулей проектирования раздельных пунктов. Принцип взаимодействия смежных объектов заключается в распознавании типа элемента, к которому присоединяется проектируемый элемент. Если B_{i-1} является стрелочным переводом и B_i — тоже стрелочный перевод, то автоматически вызывается подпрограмма расчета длины прямой вставки в зависимости от схемы соединения. Если B_{i-1} — кривой участок пути, а B_i — стрелочный перевод, то эти

элементы сопрягаются через прямую вставку d , величина которой определяется в зависимости от характера выполняемой работы на данном пути. Применение этих правил позволяет проектировать схемы станционных горловин любой сложности.

Дополнительными инструментами, обеспечивающими проектирование путевого развития, а также отвечающими за исполнение вспомогательных графических и текстовых фрагментов, являются средства:

- специализации станционных путей;
- нумерации станционных путей;
- нумерации стрелочных переводов;
- указателя начала и конца кривых;
- проектирования тупикового пути (упора).

Если к горловине примыкают пути необщего пользования со стрелочными переводами с ручным управлением, то программные средства позволяют изменить внешний вид изображаемых стрелочных переводов в соответствии с принятыми условными обозначениями.

Криволинейный сегмент и участок прямого пути вычерчиваются с помощью средств, которые иницируют работу соответствующих вариативных объектов. Парковые элементы сопрягаются со стрелочной зоной посредством криволинейных участков путей.

В процессе формирования горловины в отдельный этап выделяется установка предельных столбиков и сигналов.

После формирования схемы горловины станции осуществляется развитие ее структуры с помощью подпрограмм, реализующих проектирование объектов на более высоком уровне – парка, грузового района, локомотивного и вагонного хозяйств. Особенностью указанного ряда программных инструментов является интеграция путевого развития и сопряженного с ним технического оснащения в единый расширенный модуль проектирования. Объединение путей и сооружений, технологически тяготеющих друг к другу, в шаблоны высокого уровня интеграции позволяет повысить производительность труда проектировщика.

Совокупность модулей (шаблонов), которые являются основой для построения станционного устройства, называется компилятором. Для него выделяется область рабочего поля экрана монитора, определяемая как коллектор компилятора.

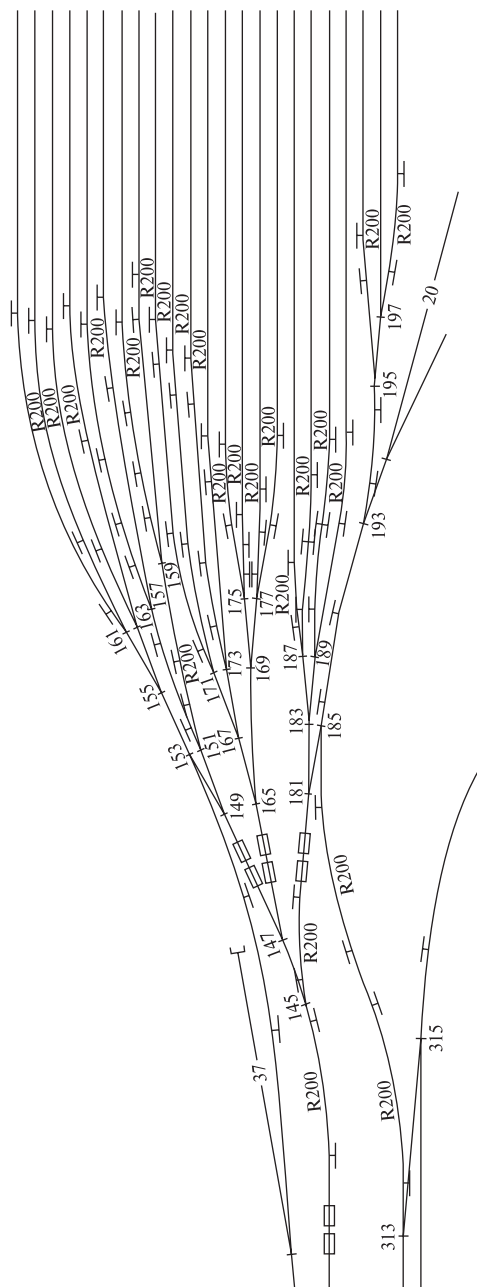


Рис. 40.2. Масштабный план горочной горловины сортировочной станции, выполненный в среде САПР ЖС

Проектирование парков и других станционных устройств связывается с вызовом соответствующих инструментов на панели в верхней части дисплея и указанием точки привязки на рабочем поле электронного чертежа. Масштабный план путевого развития сортировочной станции и ее горочной горловины, выполненные в среде САПР ЖС, представлены на рис. 40.2.

40.3. Использование среды САПР для разработки схем отдельных пунктов

Последовательное развитие устройств станции с применением средств автоматизированного проектирования приводит к формированию целостной структуры схемы отдельного пункта. Интерактивный диалог пользователя и программной среды САПР ЖС оказывает положительное влияние на получение грамотно оформленного, законченного в техническом плане чертежа.

Проектирование отдельного пункта в среде САПР ЖС производится с любой позиции рабочего плана экрана. Привязка начала координат к точке пересечения оси пассажирского здания и оси первого главного пути может быть выполнена с помощью встроенного инструмента. В интерактивном режиме у пользователя запрашивается точка привязки, после указания которой, следует автоматический пересчет координат всех существующих на схеме станции объектов (центров стрелочных переводов, сигналов, отдельных столбиков, кривых и т.д.).

САПР ЖС работает в режиме имитации действий проектировщика, предлагая инструментарий быстрого исполнения отдельных операций с визуализацией результата. Цифровой аналог схемы путевого развития отдельного пункта сохраняет в соответствующей базе данных координаты всех элементов станции, которые могут быть представлены в виде требуемых спецификаций.

Масштабирование схемы отдельного пункта производится посредством вызова типового инструмента AutoCAD. В пределах рабочего поля одного экрана может размещаться схема сортировочной станции с изображением парков в «рыбках». Изменение масштаба части схемы при помощи механизма панорамного охвата позволяет рассмотреть различные детали масштабного плана.

В целом весь инструментарий САПР ЖС, обеспечивающий проектирование схем отдельных пунктов в диалоговом режиме,

позволяет получить электронную копию чертежа высокого уровня сложности. Размеры пространства модели ограничиваются только размером файла, который может быть записан на соответствующий носитель памяти.

При наличии ряда электронных схем смежных раздельных пунктов система автоматизированного проектирования позволяет производить компоновку схем железнодорожных узлов.

Контрольные вопросы

1. Что может служить фундаментом для разработки САПР ЖС?
2. Как разделены функциональные возможности САПР ЖС между папками?
3. Назовите перечень основных диагностических сообщений, инициируемых программной средой, если обработка модуля завершается конфликтом.
4. В каком режиме проходит весь процесс автоматизированного проектирования схемы раздельного пункта?
5. В чем заключается принцип взаимодействия смежных объектов при автоматизированном проектировании?
6. Назовите дополнительные инструменты, обеспечивающие проектирование путевого развития.
7. Что является компилятором при построения станционного устройства, и как он формируется?

Заключение

Задачи, поставленные в «Стратегии развития железнодорожного транспорта в Российской Федерации до 2030 года», принятой распоряжением Правительства Российской Федерации от 17 июня 2008 г. № 877-р, вызывают необходимость дальнейшего развития железнодорожных станций и узлов, а также совершенствования их технологии работы на основе инновационных механизмов.

В области проектирования и развития железнодорожных узлов необходимо учитывать требования к повышению эффективности взаимодействия различных видов транспорта при организации смешанных и интермодальных перевозок. Особенности географического положения России, масштаб ее территории диктуют необходимость комбинированного использования преимуществ каждого из видов транспорта для выполнения основной задачи — транспортного обеспечения потребностей экономики и нужд населения в передвижении. Должны быть учтены характер размещения промышленных и селитебных районов, возможность увеличения мощности входящих в состав узла станций и повышения качества обслуживания потребителей транспортной продукции. Актуальной при этом является задача выбора рационального уровня концентрации сортировочной и грузовой работы на опорных станциях в узлах, а также широкой кооперации в работе их отдельных элементов.

Требует своего разрешения проблема перехода от автоматизации работы отдельных устройств станций к системной автоматизации работы станций всех типов. Создание автоматизированной системы работы станций — это инновационный путь их развития. Для этого необходимо проведение фундаментальных работ по типизации основных схем станций при их реконструкции, разработке научно обоснованных методов расчета и проектирования станций и узлов, учитывающих надежность технических устройств и обеспечивающих устойчивость их работы.

Не потеряла своей актуальности задача дальнейшей проработки новых схем железнодорожных станций с целью поиска рацио-

нального размещения станционных устройств, обеспечивающего увеличение перерабатывающей способности. Сортировочные станции должны иметь специализированные технологические линии, в первую очередь линии по обработке местных вагонопотоков и для работы с групповыми поездами. Пассажирские станции необходимо развивать с учетом их комплексного взаимодействия с городским пассажирским транспортом. Требуется оптимизации ремонтно-экипировочная база технических пассажирских станций, которая не в полной мере соответствует современному уровню и возрастающим требованиям, на основе создания поточных схем обработки пассажирских составов. Грузовые станции следует проектировать с компактным размещением отдельных устройств, применением современных специальных устройств для перемещения вагонов вдоль погрузочно-выгрузочных фронтов и автоматизации складских операций.

Дальнейшей проработки требует создание научно-методических основ и нормативно-информационной базы автоматизированной системы проектирования железнодорожных станций и узлов.

Рекомендуемая литература

1. *Анатцев В.И.* Железнодорожные станции и узлы. Курс лекций. — М.: МИИТ, 2009. — 194 с.
2. Железнодорожные станции и узлы: учебник для вузов ж.-д. транспорта / Под ред. В.Г. Шубко и Н.В. Правдина. — М.: УМК МПС России, 2002. — 368 с.
3. Железнодорожные станции и узлы: учеб. пособие для студ. учреждений сред. проф. образования / Ю.И. Ефименко, С.И. Логинов, В.С. Суходоев и др.; под ред. Ю.И. Ефименко. — М.: Издательский центр «Академия», 2006. — 336 с.
4. Инструкция по расчету наличной пропускной способности железных дорог. — М.: Техинформ, 2010. — 289 с.
5. Инструкционные указания по этапному развитию односторонних сортировочных станций и планированию потребных для этого капитальных вложений. — М.: Транспорт, 1984. — 86 с.
6. Методические рекомендации по оценке инвестиционных проектов на железнодорожном транспорте. — М.: МПС, 1998. — 105 с.
7. Нормы времени на маневровые работы, выполняемые на железнодорожных станциях ОАО «РЖД», нормативы численности бригад маневровых локомотивов. — М.: Техинформ, 2007. — 100 с.
8. Положение о железнодорожной станции (утверждено распоряжением ОАО «РЖД» от 31.05.2011 г. №1186р).
9. *Правдин Н.В., Головнич А.К., Вакуленко С.П.* Основы автоматизации проектирования железнодорожных станций: монография / Под общ. ред. Н.В. Правдина. — М.: Маршрут, 2004. — 400 с.
10. Правила технической эксплуатации железных дорог Российской Федерации. — М.: Трансинфо ЛТД, 2011. — 255 с.
11. Правила и технические нормы проектирования станций и узлов на железных дорогах колеи 1520 мм. — М.: Техинформ, 2001. — 256 с.
12. Правила и нормы проектирования сортировочных устройств на железных дорогах колеи 1520 мм. — М.: Техинформ, 2003. — 168 с.

13. Принципы определения потребного числа путей, стрелочных переводов, сортировочных устройств. — М.: Техинформ, 1997. — 26 с.

14. Сортировочные станции: учеб. пособие / М.Н. Луговцев, В.Я. Негрей, В.А. Подкопаев, С.А. Пожидаев. — Гомель: БелГУТ, 2009. — 248 с.

15. Строительно-технические нормы МПС России. Железные дороги колеи 1520 мм. — М.: Транспорт, 1995. — 86 с.

16. Типовой технологический процесс работы сортировочных станций. — М.: МПС, 2002. — 200 с.

17. Типовой технологический процесс работы участковой станции. — М.: Техинформ, 2007. — 129 с.

Оглавление

Предисловие.....	3
Введение	5

Раздел I

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О РАЗДЕЛЬНЫХ ПУНКТАХ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ И ИХ ПРОЕКТИРОВАНИИ

Глава 1. НАЗНАЧЕНИЕ И КЛАССИФИКАЦИЯ РАЗДЕЛЬНЫХ ПУНКТОВ.....	29
1.1. Классификация раздельных пунктов	29
1.2. Общая характеристика станций и узлов.....	31
1.3. Комплекс устройств, размещаемых на станциях	35
Глава 2. СТАЦИОННЫЕ ПУТИ И ОСНОВНЫЕ ГАБАРИТНЫЕ РАССТОЯНИЯ	39
2.1. Классификация путей на станциях	39
2.2. Габариты и основные габаритные расстояния	40
2.3. Расстояния между осями путей на станциях.....	44
Глава 3. СОЕДИНЕНИЯ ПУТЕЙ	48
3.1. Основные виды стрелочных переводов и условия их применения	48
3.2. Взаимное расположение смежных стрелочных переводов ...	57
3.3. Соединения двух параллельных путей	60
3.4. Стрелочные улицы.....	65
3.5. Глухие пересечения, сплетение и совмещение путей.....	74
3.6. Параллельное смещение (раздвижка) путей.....	78
Глава 4. ДЛИНА ПУТЕЙ. ПАРКИ ПУТЕЙ И ГОРЛОВИНЫ	81
4.1. Понятие о полной, строительной и полезной длине путей	81
4.2. Определение расстояний до предельных столбиков и светофоров	84
4.3. Парки путей, их виды и сферы рационального применения	88

4.4. Понятия о горловинах станций и общие требования к ним.....	90
4.5. Правила нумерации станционных путей и стрелочных переводов.....	95
Глава 5. ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ НОРМЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ РАЗДЕЛЬНЫХ ПУНКТОВ.....	98
5.1. Основные нормативные документы по проектированию станций и узлов	98
5.2. Понятие о категориях железнодорожных линий и основные положения норм их проектирования	99
5.3. Требования к размещению станционных путей в плане....	101
5.4. Расположение станционных путей в профиле	104
Глава 6. ЗЕМЛЯНОЕ ПОЛОТНО И ВЕРХНЕЕ СТРОЕНИЕ ПУТИ НА СТАНЦИЯХ, РАЗЪЕЗДАХ И ОБГОННЫХ ПУНКТАХ.....	112
6.1. Земляное полотно и водоотводные устройства	112
6.2. Верхнее строение станционных путей	123
6.3. Пересечения станционных путей с автодорогами.....	129
Глава 7. ОБЩИЕ УСЛОВИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ОБОСНОВАНИЯ РАЗВИТИЯ СТАНЦИЙ И УЗЛОВ	131
7.1. Основные требования к проектам железнодорожных станций и узлов, исходные данные для проектирования.....	131
7.2. Понятие о расчетной мощности устройств	137
7.3. Основы технико-экономического сравнения вариантов проектных решений.....	138
7.4. Порядок и стадии проектирования	145
Раздел II	
РАЗЪЕЗДЫ, ОБГОННЫЕ ПУНКТЫ И ПРОМЕЖУТОЧНЫЕ СТАНЦИИ	
Глава 8. РАЗЪЕЗДЫ И ОБГОННЫЕ ПУНКТЫ	149
8.1. Разъезды, их назначение, классификация, основные устройства и схемы.....	149
8.2. Расчет разъездов для безостановочного скрещения поездов.....	152

8.3. Схемы разъездов для безостановочного скрещения поездов.....	156
8.4. Устройства на разъездах.....	159
8.5. Обгонные пункты	160
Глава 9. ПРОМЕЖУТОЧНЫЕ СТАНЦИИ.....	164
9.1. Назначение промежуточных станций, выполняемые на них операции и основные устройства	164
9.2. Типы и схемы промежуточных станций.....	165
9.3. Промежуточные станции многопутных участков.....	174
9.4. Путевое развитие на промежуточных станциях	178
9.5. Пассажирские устройства на промежуточных станциях	181
9.6. Грузовые и другие устройства промежуточных станций	184
Глава 10. ПЕРЕУСТРОЙСТВО РАЗЪЕЗДОВ, ОБГОННЫХ ПУНКТОВ И ПРОМЕЖУТОЧНЫХ СТАНЦИЙ.....	188
10.1. Основные причины переустройства и общие требования к проектным решениям.....	188
10.2. Переустройство отдельных пунктов в связи с удлинением приемо-отправочных путей.....	189
10.3. Переустройство промежуточных станций при сооружении дополнительных главных путей	192
10.4. Переустройство промежуточных станций при электрификации существующих линий.....	195
10.5. Примыкание новых линий и путей необщего пользования к промежуточным станциям.....	196
10.6. Особенности переустройства промежуточных станций и обгонных пунктов при введении скоростного движения пассажирских поездов.....	199
10.7. Развитие пассажирских и грузовых устройств на промежуточных станциях.....	201
10.8. Определение объемов работ по развитию разъездов, обгонных пунктов и промежуточных станций	202

Раздел III УЧАСТКОВЫЕ СТАНЦИИ

Глава 11. НАЗНАЧЕНИЕ УЧАСТКОВЫХ СТАНЦИЙ, ИХ КЛАССИФИКАЦИЯ И РАЗМЕЩЕНИЕ НА СЕТИ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ.....	211

11.1. Назначение участковых станций и их размещение на железнодорожных линиях	211
11.2. Классификация участковых станций.....	214
11.3. Основные операции, выполняемые на участковых станциях	215
Глава 12. СХЕМЫ УЧАСТКОВЫХ СТАНЦИЙ.....	218
12.1. Принципы расположения устройств на участковых станциях	218
12.2. Схемы участковых станций однопутных, двухпутных и многопутных линий	225
12.3. Особенности схем участковых станций для обработки поездов повышенного веса и длины.....	235
12.4. Станции стыкования двух систем тока	238
12.5. Узловые участковые станции, их особенности и схемы	238
12.6. Выбор принципиальной схемы участковой станции при проектировании	245
Глава 13. ПАССАЖИРСКИЕ, ГРУЗОВЫЕ И СОРТИРОВОЧНЫЕ УСТРОЙСТВА НА УЧАСТКОВЫХ СТАНЦИЯХ.....	247
13.1. Пассажирские устройства, их состав и особенности на обычных и скоростных железнодорожных линиях.....	247
13.2. Грузовые устройства, принципы размещения, расчет и схемы планировки	250
13.3. Сортировочные устройства	257
Глава 14. СООРУЖЕНИЯ И УСТРОЙСТВА ЛОКОМОТИВНОГО, ВАГОННОГО И ДРУГИХ ХОЗЯЙСТВ НА УЧАСТКОВЫХ СТАНЦИЯХ.....	261
14.1. Состав локомотивного хозяйства и место его размещения на участковых станциях.....	261
14.2. Расчет устройств локомотивного хозяйства.....	263
14.3. Схемы размещения устройств на территории локомотивного хозяйства	271
14.4. Устройства вагонного хозяйства	274
14.5. Прочие устройства и сооружения.....	277

Глава 15. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПУТЕВОГО РАЗВИТИЯ И ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ УЧАСТКОВЫХ СТАНЦИЙ	283
15.1. Определение размеров работы станций на расчетные сроки.....	283
15.2. Методы расчета путевого развития и пропускной способности станций.....	287
15.3. Аналитические методы расчета числа приемо-отправочных путей.....	288
15.4. Определение числа сортировочных и вытяжных путей....	299
15.5. Аналитический расчет пропускной способности приемо-отправочных путей.....	301
15.6. Расчет пропускной способности, загрузки горловин и задержек подвижного состава на пересечениях маршрутов	304
15.7. Графический способ проверки достаточности числа путей и пропускной способности горловин	311
Глава 16. ПРОЕКТИРОВАНИЕ УЧАСТКОВЫХ СТАНЦИЙ	315
16.1. Технические условия проектирования участковых станций.....	315
16.2. Требования к горловинам участковых станций.....	318
16.3. Схемы горловин участковых станций	320
16.4. Примыкания путей необщего пользования к участковым станциям	326
16.5. Переустройство участковых станций, его причины и особенности проектных решений	328
Раздел IV	
СОРТИРОВОЧНЫЕ СТАНЦИИ	
Глава 17. НАЗНАЧЕНИЕ СОРТИРОВОЧНЫХ СТАНЦИЙ, ИХ КЛАССИФИКАЦИЯ И РАЗМЕЩЕНИЕ НА СЕТИ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ	336
17.1. Назначение сортировочных станций, выполняемые на них операции и основные устройства	336
17.2. Классификация сортировочных станций.....	338

17.3. Размещение сортировочных станций на сети железных дорог	343
Глава 18. СХЕМЫ СОРТИРОВОЧНЫХ СТАНЦИЙ.....	346
18.1. Требования к принципиальным схемам сортировочных станций и размещению устройств на них	346
18.2. Основные типовые схемы односторонних сортировочных станций	348
18.3. Схемы односторонних сортировочных станций повышенной производительности и с дополнительными технологическими линиями для формирования групповых поездов.....	357
18.4. Схемы двусторонних сортировочных станций	366
18.5. Выбор типа и схемы сортировочной станции	372
18.6. Особенности схем и технологии промышленных сортировочных станций	376
Глава 19. СОРТИРОВОЧНЫЕ УСТРОЙСТВА.....	379
19.1. Классификация сортировочных устройств. Основные элементы и параметры сортировочных горок.....	379
19.2. Основы динамики скатывания вагонов с горки. Понятие энергетической высоты.....	384
19.3. Силы, действующие на отцеп при скатывании его с горки. Условие скатывания отцепа.....	387
19.4. Виды сопротивлений движению вагонов при скатывании с горки и определение потерь энергетической высоты на их преодоление.....	390
19.5. Проектирование плана горочной горловины	396
19.6. Определение высоты и проектирование продольного профиля спускной части горки	406
19.7. Проектирование профиля надвижной и перевальной частей горки	415
19.8. Расчет мощности тормозных средств на горке.....	418
19.9. Технологические расчеты по проверке продольного профиля спускной части горки	425
19.10. Принципы и системы автоматизации работы сортировочных горок на отечественных и зарубежных железных дорогах.....	440

19.11. Перерабатывающая способность сортировочной горки и мероприятия по ее повышению	449
Глава 20. ПРОЕКТИРОВАНИЕ СОРТИРОВОЧНЫХ СТАНЦИЙ	460
20.1. Общий порядок проектирования и определение размеров работы станции.....	460
20.2. Выбор места расположения новой сортировочной станции.....	464
20.3. Определение путевого развития сортировочных станций.....	467
20.4. Проектирование плана, профиля и горловин парков сортировочных станций	479
20.5. Примыкание путей необщего пользования к сортировочным станциям	490
20.6. Основные причины и принципы развития и переустройства сортировочных станций	492
20.7. Обоснование этапности развития сортировочных станций.....	502
Глава 21. ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ СОРТИРОВОЧНЫХ СТАНЦИЙ ЗАРУБЕЖНЫХ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ	516
21.1. Сортировочные станции США и Канады.....	516
21.2. Сортировочные станции Западной Европы.....	521
21.3. Сортировочные станции Японии	530
Глава 22. ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШЕГО РАЗВИТИЯ И ТЕХНИЧЕСКОГО ОСНАЩЕНИЯ СОРТИРОВОЧНЫХ СТАНЦИЙ	535
Раздел V	
ПАССАЖИРСКИЕ КОМПЛЕКСЫ	
Глава 23. ПАССАЖИРСКИЕ СТАНЦИИ.....	539
23.1. Назначение пассажирских станций, их классификация и основные устройства.....	539
23.2 Схемы пассажирских станций и организация их работы.....	542
23.3. Зонные и пересадочные станции. Пассажирские остановочные пункты.....	568

Глава 24. ПАССАЖИРСКИЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ СТАНЦИИ.....	579
24.1. Назначение, классификация и основные устройства пассажирских технических станций.....	579
24.2. Схемы пассажирских технических станций.....	583
24.3. Проектирование пассажирских технических станций	590
24.4. Целесообразность выноса пассажирской технической станции за пределы пассажирской станции.....	597
Глава 25. ПУТЕВОЕ РАЗВИТИЕ И ПРОПУСКНАЯ СПОСОБНОСТЬ ПАССАЖИРСКИХ И ПАССАЖИРСКИХ ТЕХНИЧЕСКИХ СТАНЦИЙ.....	599
25.1. Определение числа путей на пассажирских станциях	599
25.2. Расчет числа путей на пассажирских технических станциях	603
25.3. Пропускная способность пассажирских и пассажирских технических станций	607
Глава 26. ВОКЗАЛЬНЫЕ КОМПЛЕКСЫ.....	613
26.1. Основные элементы вокзального комплекса и классификация вокзалов.....	613
26.2. Основные устройства вокзалов.....	617
26.3. Привокзальные площади, их классификация и особенности планировки	620
26.4. Пассажирские платформы и переходы.....	628
26.5. Устройства для обработки багажа и почты и обслуживания туристических поездов	635
Глава 27. ЗАРУБЕЖНЫЙ ОПЫТ СООРУЖЕНИЯ ПАССАЖИРСКИХ И ТЕХНИЧЕСКИХ ПАССАЖИРСКИХ СТАНЦИЙ.....	639
27.1. Пассажирские станции.....	639
27.2. Пассажирские технические станции	641
27.3. Мировые тенденции развития железнодорожных вокзальных комплексов.....	644
Раздел VI	
ГРУЗОВЫЕ СТАНЦИИ	
Глава 28. НАЗНАЧЕНИЕ ГРУЗОВЫХ СТАНЦИЙ, ИХ КЛАССИФИКАЦИЯ И РАЗМЕЩЕНИЕ НА СЕТИ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ.....	647

Глава 29. ГРУЗОВЫЕ СТАНЦИИ ОБЩЕГО ПОЛЬЗОВАНИЯ И ОБСЛУЖИВАЮЩИЕ ПУТИ НЕОБЩЕГО ПОЛЬЗОВАНИЯ.....	649
29.1. Общие требования к грузовым станциям общего пользования, основные операции и устройства.....	649
29.2. Путевое развитие грузовых станций.....	653
29.3. Основные схемы грузовых станций общего пользования.....	656
29.4. Грузовые районы.....	661
29.5. Грузовые станции, обслуживающие пути необщего пользования.....	674
29.6. Перспективы развития грузовых станций в России и за рубежом	676
Глава 30. СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫЕ ГРУЗОВЫЕ СТАНЦИИ И ПУНКТЫ.....	680
30.1. Станции или пункты погрузки угля (руды).....	680
30.2. Станции-базы выгрузки минерально-строительных грузов	682
30.3. Пункты, обслуживающие перевозки зерна, и пункты погрузки лесных грузов.....	683
30.4. Станции, обслуживающие перевозки нефтепродуктов.....	684
30.5. Специализированные контейнерные станции.....	687
Глава 31. ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫЕ СТАНЦИИ, ВЗАИМОДЕЙСТВУЮЩИЕ С ПОРТАМИ И ПАРОМНЫМИ ПЕРЕПРАВАМИ.....	689
31.1. Основные сведения о морских и речных портах.....	689
31.2. Варианты схем железнодорожного обслуживания портов	695
31.3. Предпортовые железнодорожные станции	699
31.4. Портовые станции	701
31.5. Районные парки и погрузочно-выгрузочные пути в порту	704
31.6. Железнодорожные станции, обслуживающие паромные переправы	706
Глава 32. ПЕРЕГРУЗОЧНЫЕ И МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЕ ПЕРЕДАТОЧНЫЕ СТАНЦИИ	716
32.1. Внутренние перегрузочные станции.....	716

32.2. Внешние (пограничные) перегрузочные станции	716
32.3. Межгосударственные пограничные передаточные станции	727

Раздел VII

ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫЕ И ТРАНСПОРТНЫЕ УЗЛЫ

Глава 33. ПОНЯТИЯ О ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ И ТРАНСПОРТНЫХ УЗЛАХ. КЛАССИФИКАЦИЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ УЗЛОВ.....	733
33.1. Общие понятия о железнодорожных и транспортных узлах	733
33.2. Классификация железнодорожных узлов.....	734
Глава 34. ОСНОВНЫЕ ТИПЫ И СХЕМЫ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ УЗЛОВ.....	736
34.1. Узлы с одной станцией	736
34.2. Узлы крестообразного типа.....	740
34.3. Узлы треугольного типа.....	742
34.4. Узлы с последовательным и параллельным расположением станций.....	743
34.5. Узлы радиального типа.....	747
34.6. Узлы тупикового типа	749
34.7. Узлы кольцевого и полукольцевого типов.....	749
34.8. Узлы комбинированного типа	755
34.9. Промышленные железнодорожные узлы	755
34.10. Принципы развития узлов основных типов	761
34.11. Зарубежный опыт развития железнодорожных узлов	765
Глава 35. РАЗВЯЗКИ ПОДХОДОВ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ ЛИНИЙ В УЗЛАХ.....	768
35.1. Основные виды пересечений маршрутов в узлах	768
35.2. Пересечения маршрутов следования поездов в одном уровне	769
35.3. Проектирование плана и продольного профиля путепроводных развязок.....	771
35.4. Схемы развязок путей в разных уровнях	776
35.5. Обходы узлов	780
Глава 36. ТРАНСПОРТНЫЕ УЗЛЫ И ИХ РАЗВИТИЕ.....	784

36.1. Основные понятия и классификация транспортных узлов.....	784
36.2. Основные принципы размещения в транспортных узлах устройств различных видов транспорта	787
36.3. Комплексное развитие различных видов транспорта в узлах.....	790

Раздел VIII

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ СТАНЦИЙ

Глава 37. ОСОБЕННОСТИ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ОБЪЕКТОВ.....	798

37.1. Проблемы автоматизации проектирования железнодорожных станций и узлов.....	798
37.2. Основные направления автоматизации проектирования станций и узлов	799
37.3. Типовые пакеты систем автоматизированного проектирования.....	802

Глава 38. ФОРМАЛИЗОВАННОЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ НОРМАТИВНО-СПРАВОЧНОЙ ИНФОРМАЦИИ В САПР ЖС	804

38.1. Опыт проектирования как лингвистический объект исследования	804
38.2. Логико-лингвистический анализ инструктивной документации по проектированию станций и узлов	805
38.3. Концептуальные подходы к формированию базы нормативных знаний САПР ЖС	817

Глава 39. ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ САПР ЖС.....	820

39.1. Исходная база модульных конструктивов и формирование вариативных объектов проектирования путевого развития	820
39.2. Основы формализованного представления объектов САПР ЖС.....	823
39.3. Взаимодействие проектировщика и САПР ЖС в процессе разработки схемы станции.....	825

Глава 40. ПРОЕКТИРОВАНИЕ СХЕМ РАЗДЕЛЬНЫХ	
ПУНКТОВ В СРЕДЕ САПР ЖС.....	831
40.1. Принципы функционирования среды САПР ЖС.....	831
40.2. Компьютерное моделирование станционных устройств	834
40.3. Использование среды САПР для разработки схем раздельных пунктов	837
Заключение.....	839
Рекомендуемая литература	841

Учебное издание

Апатцев Владимир Иванович,
Ефименко Юрий Иванович,
Правдин Николай Владимирович и др.

ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫЕ СТАНЦИИ И УЗЛЫ

Под редакцией В.И. Апатцева и Ю.И. Ефименко

Учебник

Подписано в печать 08.10.2012 г.
Формат 60×84/16. Печ. л. 53,5. Тираж 2000 экз. Заказ
ФГБОУ «Учебно-методический центр по образованию
на железнодорожном транспорте»
105082, Москва, ул. Бакунинская, д. 71
Тел.: +7 (495) 739-00-30,
e-mail: info@umczdt.ru,
<http://www.umczdt.ru>

Для заметок