

**МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО  
ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН**

**ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ РЕСПУБЛИКИ  
УЗБЕКИСТАН ПО АВТОМОБИЛЬНЫМ ДОРОГАМ**

**ТАШКЕНТСКИЙ ИНСТИТУТ ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ,  
СТРОИТЕЛЬСТВУ И ЭКСПЛУАТАЦИИ АВТОМОБИЛЬНЫХ  
ДОРОГ**

**КАФЕДРА «ЭКСПЛУАТАЦИЯ И РЕМОНТ ДОРОЖНО-  
СТРОИТЕЛЬНЫХ МАШИН И ОБОРУДОВАНИЯ»**

*доц. Т.К. Ханкелов, асс. Н.Б. Мухамедова,  
асс. У.К. Мансуров*

## **КОНСПЕКТ ЛЕКЦИЯ**

**по дисциплине**

***ЭКСПЛУАТАЦИЯ  
ПОДЪЁМНО–ТРАНСПОРТНЫЕ,  
СТРОИТЕЛЬНО–ДОРОЖНЫЕ МАШИН И  
КОММУНАЛЬНЫЕ ХОЗЯЙСТВЕННЫЕ МАШИНЫ***

*для бакалавров, обучающихся по специальности*

**5310600 – Наземные транспортные системы и их  
эксплуатация (специализированные  
транспортные средства)**

**5111000 – Педагогика. Наземные транспортные системы и  
их эксплуатация (Подъёмно–транспортные и  
строительно-дорожные машины)**

**Ташкент-2018**

Данные методические указания составлены на основе учебной программы по предмету «Эксплуатация подъёмно - транспортные, строительно—дорожные машины и коммунальные хозяйственные машины».

Предназначены для студентов, обучающихся по направлению 5310600–Наземные транспортные системы и их эксплуатация (специализированные транспортные средства); 5111000 – Педагогика. Наземные транспортные системы и их эксплуатация (Подъёмно—транспортные и строительно-дорожные машины)

Утверждено на заседании кафедры «Эксплуатация и ремонт дорожно-строительных машин и оборудования» протокол №\_\_от \_\_\_\_\_2018 г.

Зав. кафедрой:

доц.Т.К. Ханкелов

Составил:

доц.Т.К. Ханкелов

асс. Н.Б.Мухамедова

асс. У.К.Мансуров

Рецензент:

доц. С. Иброхимов

Рассмотрено и одобрено научным методическим советом «Эксплуатация дорожно-строительных машин и автомобильного транспорта» факультета. Протокол №\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ 2018 г.

ТИПСЭАД Эксплуатация  
дорожно-строительных машин и  
автомобильного транспорта  
декана в.и.о

З.Т.Усмонов

<b>№</b>	<b>Темы лекций</b>	<b>стр</b>
	Введения.....	<b>4</b>
<b>1</b>	Цель предмета. Специализированные транспортные средства и их роль.....	<b>5</b>
<b>2</b>	Классификация технологических приспособлений специализированных транспортных средства для сетей автомобильных дорог.....	<b>5</b>
<b>3</b>	Виды приспособлений и специализированных транспортных средств, выполняющие работы. Технологии для содержания и ремонта автомобильных дорог.....	<b>16</b>
<b>4</b>	Технологические приспособления и специализированные транспортные средства для содержания автомобильных дорог (поливомоечные машины).	<b>18</b>
<b>5</b>	Технологические приспособления и специализированные транспортные средства для разметки автомобильных дорог.....	<b>27</b>
<b>6</b>	Технологические приспособления и специализированные транспортные средства для очистки дорог от снега. Технологические приспособления и специализированные транспортные средства для разрушения покрытий автомобильных дорог (дорожно-фрезерные машины).....	<b>34</b>
<b>7</b>	Технологические приспособления и специализированные транспортные средства для нагрева покрытий дорог, битум - вozy и сортировщики смеси автомобильных дорог.....	<b>39</b>
<b>8</b>	Технологические приспособления и специализированные транспортные средства для ремонта швов и трещин автомобильных дорог.....	<b>45</b>
<b>9</b>	Технологические приспособления и специализированные транспортные средства для погрузочно – разгрузочных работ и транспортировка.....	<b>57</b>
<b>10</b>	Оценка технологических приспособлений и специализированных транспортных средств. Основания оценки методики.....	
	Использованная литература.....	<b>65</b>

## **Введения.**

Создание и производство качественных, высокоэффективных видов, систем и комплексов специализированных транспортных средств и машин различного назначения, обеспечивающих высокое качество работ по содержанию покрытий автомобильных дорог, существенное повышение производительности и сокращение материальных, энергетических и трудовых затрат при технической эксплуатации и ремонте такой техники, является определяющей задачей спецтехники для содержания автомобильных дорог.

Выпуск качественной высокоэффективной техники для содержания автомобильных дорог, отвечающей требованиям перспективного развития авто транспорта, в значительной степени зависит от качества продукции смежных отраслей, поставляющих двигатели, базовые тягачи, приборы автоматики, микропроцессорную технику, и другие комплектующие изделия. Экономические преобразования позволяют производителям техники приобретать комплектующие изделия у ведущих зарубежных фирм и использовать их на базовых машинах. Реализуются возможности создания совместных предприятий с иностранными инвесторами.

Требования, предъявляемые к машинам для содержания автомобильных дорог в соответствии с технологией их эксплуатации, определяют состав и структуру систем и комплексов спецмашин. Спецмашины обеспечивают механизацию всех технологических операций, составляющих процессы содержания и ремонта покрытия автомобильных дорог.

Основными операциями обеспечения надежной эксплуатации покрытий дорог являются работы по летнему и зимнему их содержанию, маркировке и ремонту покрытий, определению коэффициента сцепления шин автомобиля с покрытием и др.

Конструкция и параметры спецмашин определяются специфическими особенностями каждой операции технологии производства соответствующих видов работ: частой повторяемостью, цикличностью и синхронизацией операций; жесткой регламентацией ряда операций по времени; увязкой производительности машин комплекса между собой и со скоростью технологического процесса; высоким качеством уплотнения; высокой точностью планировки; необходимостью регенерации старого материала.

При требуемом высоком качестве работ, машины должны обеспечивать существенное сокращение ручного труда, материальных и энергетических затрат; эффективную эксплуатацию покрытий независимо от времени года и климатических условий и полностью отвечать требованиям экономики, охраны труда и экологии.

## **Лекция № 1 Цель предмета. Специализированные транспортные средства и их роль.**

Общая классификация машин и оборудования для содержания автомобильных дорог, определяемая производственными признаками машин и рабочих органов.

Интенсивность эксплуатации автомобильных дорог и улиц города обеспечивается рациональным выбором номенклатуры и типоразмера машин. Для выполнения ряда технологических операций с успехом используют машины для дорожного и коммунального хозяйства.

Анализ тенденций научно-технического прогресса и достижений технологии обслуживания покрытий автомобильных дорог позволяет выделить основные направления в развитии техники для содержания автомобильных дорог. Они обусловлены общими тенденциями развития машиностроения, успехами фундаментальных наук, техники и достижениями компьютеризации.

Основное направление включает проблемы повышения качества, надежности, конкурентоспособности и экологических свойств машин.

Главной задачей этого направления является повышение показателей безотказности, долговечности, ремонтпригодности и осуществление мероприятий технического сервиса. Все это решается на этапах проектирования и производства.

В новых конструкциях спецмашин обеспечивается значительно меньший объем работ по техническому обслуживанию. Для этого используют оборудование с увеличенным периодом между операциями по техническому обслуживанию, модульной компоновкой, обеспечивающей легкий доступ к узлам с групповым расположением элементов, требующих частого обслуживания.

Для обеспечения удобства диагностирования конструкций применяют узлы со встроенными диагностическими системами.

Для повышения конкурентоспособности машин улучшают: эстетическое оформление машин, сервис, микропроцессорное обеспечение систем с обратными связями обработки сигналов от датчиков по программам оптимального проектирования рабочего процесса.

## **Лекция № 2 Классификация технологических приспособлений специализированных транспортных средства для сетей автомобильных дорог.**

### **Тенденции развития специализированных транспортных средств и оборудования**

Независимо от назначения и размера машин, используемых в транспортном строительстве, а также при эксплуатации и ремонте транспортных сооружений, можно отметить общие тенденции их технического совершенствования, в основе которых лежит стремление повысить эффективность работы за счет сокращения продолжительности рабочего цикла и снижения утомляемости оператора. К таким тенденциям можно отнести:

повышение комфортности и безопасности кабин, автоматизация систем контроля и управления, более удобное расположение органов управления и снижение усилий на рукоятках, увеличение обзорности, принудительная вентиляция и кондиционирование кабин, улучшение звукоизоляции и виброизоляции, защита кабины конструкциями FOPS - при падении тяжелых предметов, и GOPS - при опрокидывании машины;

повышение надежности машин, улучшение качества очистки и увеличение срока службы рабочих жидкостей, расширенный контроль технического состояния машин, автоматическая диагностика их агрегатов и систем, снижение трудоемкости и увеличение периодичности технических обслуживаний;

увеличение числа сменных рабочих органов, использование быстросрабатывающих захватов для их перестановки;

увеличение мощности силовых установок, рабочих и транспортных скоростей, маневренности, заправочных емкостей, тяговых усилий, давлений в гидро системах;

снижение токсичности выхлопа двигателей внутреннего сгорания, изоляция интенсивных источников шума, применение щадящих опорную поверхность движителей (пневмоколесные пониженного давления, резиновых гусениц и т.п.), использование биологически нейтральных или разлагающихся на открытом воздухе рабочих жидкостей, исключение утечек рабочих жидкостей благодаря надежным быстроразъемным соединениям.

Для машин, которые предполагается эксплуатировать в районах с очень холодным климатом, необходимы:

- утепленные обогреваемые кабины с двойным или тройным остеклением;
- рабочие жидкости, смазки и топлива со специальными присадками;
- резинотехнические изделия с высоким содержанием натурального каучука, не теряющие эксплуатационных свойств при низких температурах.

Металлические конструкции этих машин, особенно подверженные ударным нагрузкам, должны изготавливаться из никелевых сталей, менее подверженных явлению хладноломкости.

## **ОСНОВНЫЕ КОНСТРУКТИВНЫЕ СХЕМЫ И ПРИНЦИПЫ КОМПОНОВКИ**

Несмотря на многообразие областей применения, типов и типоразмеров подъемно-транспортных, строительных и дорожных машин, их конструктивные схемы и компоновочные принципы не столь разнообразны. Любая из них является набором ограниченного числа типовых узлов и агрегатов, способы конструктивного соединения и функционального взаимодействия которых между собой диктуются назначением машины и, в свою очередь, определяют ее характеристики. К их числу относятся: рама, силовая установка, ходовое оборудование (для самоходных, полуприцепных и прицепных машин), ходовая трансмиссия (для самоходных машин), рабочее оборудование, его силовой

привод, системы управления рабочими процессами и движением машин, операторские кабины, корпусные и облицовочные детали.

**Рама.** Рама обеспечивает постоянство взаимного расположения других агрегатов, благодаря чему машина сохраняет работоспособность в широком диапазоне эксплуатационных условий. Пространственная конфигурация рамы зависит от величины и направления нагрузок, воспринимаемых машиной, что, в свою очередь, определяется ее назначением, типом и типоразмером. Часто роль рамы выполняют усиленные корпусные детали машины, как, например, ковш самоходного скрепера. Наряду с основной рамой на некоторых типах машин используются дополнительные рамы для крепления рабочих органов. В качестве примера можно назвать тяговую раму автогрейдера, универсальную раму бульдозера с поворотным отвалом и др.

**Силовая установка.** Источником механической энергии, необходимой для работы машины, служит силовая установка. Современные подъемно-транспортные, строительные и дорожные машины оборудуются либо двигателями внутреннего сгорания (большая часть, дизельными), либо электродвигателями с автономным питанием от аккумуляторов или стационарных электросетей. Основным преимуществом двигателя внутреннего сгорания является полная автономность машины в течение длительного времени. К числу принципиальных недостатков такой силовой установки относят сравнительно невысокий КПД (20... 35 %), шум, вибрацию, токсичность выхлопа, тепловое загрязнение окружающей среды. Действие некоторых негативных факторов может быть в значительной степени ослаблено за счет направленных конструктивных мероприятий (электронное управление процессом сгорания, звукоизоляции и виброизоляция, каталитическая очистка выхлопа и др.), реализация которых ведет к усложнению и удорожанию двигателя, увеличению затрат на его эксплуатацию. Удельная (на единицу массы) мощность автотракторных и транспортных дизельных двигателей внутреннего сгорания составляет от 0,75 до 1,0 кВт/кг.

К преимуществам электродвигателей относятся высокий КПД (до 98%), постоянная готовность к работе независимо от температуры окружающего воздуха, высокая надежность, простота сопряжения с другими агрегатами, а также легкий пуск, управление, реверсирование и остановка. Удельная (на единицу массы) мощность электродвигателей на порядок ниже, чем у двигателей внутреннего сгорания, и колеблется в пределах 0,027... 0,095 кВт/кг.

**Ходовая трансмиссия.** Для передачи энергии от двигателя на ходовые устройства, обеспечения самостоятельных перемещений машины в ходе рабочих и транспортных операций служит ходовая трансмиссия. Типы и принципы ее работы аналогичны таковым для силовых трансмиссий вообще.

**Движитель.** Передвигаться относительно опорной поверхности машине позволяет движитель. Большинство самоходных подъемно-транспортных, строительных и дорожных машин оснащены, пневмоколесным, рельсоколесным или гусеничным движителями. Гораздо реже и только у строго ограниченной номенклатуры машин встречаются жесткие колеса, облицованные резиной, и металлические вальцы с гладкой или неровной поверхностью.

В последние годы все чаще появляются движители, в которых конструкторы пытаются соединить преимущества движителей различных типов.

Среди них можно назвать полностью резиновые гусеницы, гусеницы с обрешиненными траками, жесткие колеса, собранным из съемных резиновых подушек. Достоинства и недостатки перечисленных ходовых устройств определяют оптимальную область применения каждого из них.

К преимуществам *пневмоколесного движителя* относятся: хорошие амортизирующие качества, высокая эластичность, малые внутренние потери, износостойкость, совместимость с любыми скоростными режимами, минимальные требования к регулярному обслуживанию, низкая стоимость и трудоемкость ремонта. Его недостатки: высокие удельные давления на грунт, сравнительно невысокая сопротивляемость механическим повреждениям, высокая вероятность аварийной ситуации при внезапной разгерметизации колеса. Считается, что пневмоколесный движитель наиболее подходит для машин, эксплуатация которых сопряжена с движением в широком диапазоне скоростей по произвольной траектории и по достаточно прочной опорной поверхности (твердое покрытие, плотный грунт и т.п.).

*Рельсоколесный движитель* отличается высокой механической прочностью, малым сопротивлением перекатыванию, отсутствием бокового увода и незначительностью внутренних потерь. Вместе с тем он требует укладки рельсового пути с тщательной подготовкой основания, ежедневного обслуживания и чувствителен к уклонам местности. Рельсоколесный движитель допускает перемещение машины только по определенной траектории и гарантирует ее

от потери устойчивости вследствие эластичности ходового устройства или случайного проседания опорной поверхности.

*Гусеничный движитель* характерен низким удельным давлением на опорную поверхность, малой эластичностью по вертикали, прекрасной маневренностью и хорошими тягово-сцепными свойствами. Вместе с тем он сравнительно тяжел, шумен, не приспособлен к движению с высокими скоростями (танковые ходовые устройства в этом смысле являются дорогим исключением), легко повреждает дорожные покрытия и почвенный слой, требует систематического обслуживания и регулировок, более других трудоемок при ремонте. Не все из указанных недостатков являются принципиальными. Ряд из них может быть скорректирован за счет конструктивных мероприятий и применения других материалов. Например, использование резиновых гусеничных лент и обрешиненных траков и катков позволяет снизить шум, вибрации и ударные нагрузки на элементы гусеничного хода, а также сократить число регулировок; применение герметизированных межтрековых шарниров с долговечной смазкой в несколько раз уменьшает периодичность и трудоемкость обслуживания. Ряд преимуществ имеют гусеничные ленты, огибающие звездочки и катки по треугольному контуру. При этом участок гусеницы, лежащий на грунте, ограничен двумя ведомыми катками (передним и задним), а ведущая звездочка поднята высоко над опорной поверхностью. Благодаря этому бортовые передачи защищены от нагрузок, возникающих при поперечных смещениях рам гусеничных тележек и на неровностях грунта. Также снижается вероятность попадания пыли и влаги в механизм привода.

*Жесткие колеса с обрешиненным ободом* позволяют машине перемещаться по произвольной траектории, обладают сравнительно небольшим сопротивлением перекачиванию, не шумны, практически не эластичны в вертикальном направлении, не подвержены механическим повреждениям, не требуют регулярного обслуживания. Вместе с тем они весьма требовательны к ровности и прочности опорной поверхности и не отличаются хорошими тягово-сцепными и амортизирующими свойствами. Эти особенности ограничивают область их применения штабелерами, электрокарами и колесными асфальтоукладчиками, перемещающимися с невысокой скоростью по ровным и твердым поверхностям с небольшими уклонами.

Колесо с жестким диском и наборным ободом из полых резиновых подушек тяжелее обычного пневмоколеса, обладает меньшей эластичностью, но более устойчиво к механическим повреждениям и легче ремонтируется. Ремонт производится без демонтажа колеса и состоит в замене поврежденной подушки целой.

Любое колесо, перекачиваясь по поверхности, одновременно уплотняет ее. Эта особенность колесного движителя использована при создании самоходных уплотняющих машин, жесткие вальцы которых (как правило, металлические) можно по принципу действия отнести к колесу. Движителем такого рода оборудуются самоходные асфальтовые и грунтовые катки и уплотнители отходов, работающие на мусорных свалках. Жесткие вальцы с гладкой или неровной поверхностью сконструированы таким образом, чтобы повысить их уплотняющую способность, сохранив при этом функции движителя. Они перекачиваются по опорной поверхности, одновременно уплотняя ее.

**Рабочее оборудование.** Это оборудование состоит из рабочего органа, а также деталей и узлов, обеспечивающих его ориентацию в пространстве, и входит в состав обязательного оснащения подъемно-транспортных, строительных и дорожных машин. Оно создается с учетом своего функционального назначения и конструктивных особенностей базового шасси и включает в себя агрегаты, узлы и механизмы, наилучшим образом обеспечивающие эффективную работу машины. Рабочий орган взаимодействует со средой, для обработки которой создан (на машина, а соединительные и крепежные элементы обеспечивают его конструктивную связь с шасси. Как правило, рабочее оборудование оснащается силовой трансмиссией, снабжающей рабочий орган энергией и позволяющей управлять его положением в пространстве.

**Машины для подготовительных земляных работ.** Технология выполнения земляных работ предусматривает проведение подготовительных и основных операций. Подготовительные операции имеют целью подготовку грунта и/или территории к разработке или сооружению объекта транспортного строительства и включают в себя, как правило, расчистку полосы отвода от деревьев, кустарника, дернового покрова, гумусного слоя, пней, камней. В их состав также может входить осушение переувлажненных и заболоченных территорий и рыхление

прочных грунтов перед разработкой. Для выполнения этих работ применяют специальные машины: *кусторезы* - срезают деревья, кустарник и подлесок, а также дерн, укладывая срезанный материал в валки по бокам своего пути; *корчеватели и корчеватели-собиратели* - выкорчевывают пни, корни и камни и сдвигают их вместе с материалом, собранным кусторезами, на границы участка; *рыхлители* - разрушают прочные грунты перед разработкой; *экскаваторы* - отрывают мелиоративные каналы при необходимости осушения (входят в группу машин для основных работ).

**Машины для основных земляных работ.** Основные земляные работы составляют подавляющую долю общего объема земляных работ и заключаются в разработке, перемещении, укладке и уплотнении грунта в основания инженерных сооружений, а также их продольном и поперечном профилировании. *Бульдозеры* разрабатывают и перемещают грунты и сыпучие строительные материалы на расстояние до 100 м, разравнивают материал перед уплотнением, осуществляют предварительное профилирование грунтовых сооружений, используются как толкачи при загрузке скреперов. *Скреперы* разрабатывают грунты самостоятельно или с помощью бульдозеров, перевозят грунт в ковше на расстояние до 5 км и отсыпают его слоями. *Автогрейдеры* сооружают невысокие насыпи из грунта боковых резервов, разравнивают рыхлый привозной грунт перед уплотнением, планируют грунтовые поверхности после уплотнения и стабилизации, доводят до проектных отметок продольные и поперечные профили грунтовых сооружений. *Грейдер-элеваторы* отсыпают грунтовые насыпи из боковых резервов либо загружают разрабатываемый грунт в транспортные средства. *Одноковшовые экскаваторы* строительных размеров разрабатывают нескальные грунты любой прочности и грузят их в транспортные средства. *Многоковшовые экскаваторы* продольного и поперечного копания отрывают траншеи для мелиоративных систем, трубопроводов и коммуникационных сетей, разрабатывают грунты в карьерах и профилируют откосы высоких насыпей. *Грунтовые катки* уплотняют грунт и дорожно-строительные материалы, уложенные в насыпи транспортных сооружений, повышая прочность и водонепроницаемость последних.

**Машины для добычи каменных материалов и их переработки** Каменные материалы, применяемые в транспортном строительстве, получают в результате измельчения и сортировки кусков камня, добываемых при разработке гравийно-песчаных залежей или разрушения монолитных скальных образований. Залежи разрабатываются карьерными одно- и многоковшовыми экскаваторами, иногда в сочетании с мощными бульдозерами и рыхлителями. Для получения щебня из менее прочных каменных пород (например, известняка) в последние годы стали применять мощные самоходные фрезы, исключая необходимость дополнительного дробления. Однако в большинстве случаев разрушение скальных пород, особенно прочных, производится взрывом, для чего в породе необходимо предварительно

пробурить отверстия под взрывчатку (шпуры). В зависимости от размеров шпуров, их количества и прочности разбуриваемой породы используются различные бурильные механизмы.

*Ручные и стационарные (колонковые) перфораторы* применяются для горизонтального бурения и бурения сверху вниз шпуров и скважин диаметром до 100 мм и глубиной до 25 м в любых породах, кроме очень прочных. *Телескопные перфораторы* используют при бурении снизу вверх. *Станки ударно-канатного, вращательного и огневого бурения* применяются для получения более глубоких и больших по диаметру скважин, которые при добыче каменных материалов применяются редко.

Фактором, определяющим выбор способа разрушения скальной породы, является ее прочность. Наиболее часто прочность скальных грунтов оценивается величиной временного сопротивления одноосному сжатию в водонасыщенном состоянии.

*Величина временного сопротивления скальных грунтов, МПа* Прочность скальных грунтов:

Полускальный.....	Менее 5
Мало прочный .....	5 ... 15
Средней прочности .....	15... 50
Прочный.....	50... 120
Очень прочный.....	Более 120

**Машины для переработки скальных материалов.** Щебень, пригодный для транспортного строительства, является результатом дробления каменных материалов и последующей их сортировки на фракции (по размеру кусков) и сорта (по прочности и форме кусков). Размер кусков готового продукта зависит от того, сколько раз исходный материал подвергается дроблению. Наиболее крупные фракции щебня получают в результате первичного дробления, для которого используют, как правило, *щековые дробилки*. *Конусные, молотковые и роторные дробилки* применяют при необходимости дальнейшего измельчения. Самые мелкие фракции щебня получают при использовании *валковых дробилок*. Минеральный порошок, добавляемый в асфальтобетонные смеси, изготавливается размолотом доломитов и известняков с помощью *мельниц*.

### **Оборудование для хранения и транспортировки цемента**

Цемент - искусственный строительный материал, применяемый при изготовлении цементобетонных смесей, без которых невозможно сооружение сколь-нибудь значительных объектов. Он относится к минеральным вяжущим материалам и получается при тонком (до 0,08 мм) помоле обожженных известняковых пород. При смешивании в определенных пропорциях с водой цементный порошок через некоторое время затвердевает, превращаясь в очень прочный камень кристаллической структуры, что и определяет его ценность для строительства.

Расход цемента при строительных работах достаточно велик, поэтому оборудование для его перемещения и хранения занимает заметное место в номенклатуре машин транспортного строительства. Цемент боится влажности, легко распыляется ветром и быстро слеживается, превращаясь в прочный

монолит. Эти его свойства в сочетании с повышенной абразивностью и способностью проникать в мельчайшие зазоры предъявляют особые требования к оборудованию для его перевозки и складирования. Для перевозки цемента по железным и автомобильным дорогам используются герметичные *цистерны-цементовозы*, оборудованные системами аэрации (при пропускании через цемент воздуха он становится текучим, как жидкость). Перед использованием цемент хранится в *силосах* с коническим дном, откуда, благодаря аэрации самотеком или с помощью *конвейера* (пневматического или винтового), подается к месту отгрузки или приготовления смеси.

Наиболее важной с позиций выбора механизмов является плотность различных сортов цемента (табл. 1.3).

Таблица 1.3

#### Характеристика сортов цемента

Сорт цемента	Плотность, т/м <sup>3</sup>	Объемная масса, т/м <sup>3</sup>	
		Рыхлый	Слежавшийся
Романцемент	2,6... 3,0	0,8... 1,0	1,0... 1,3
Пуццолановый портландцемент	2,7... 2,9	0,8... 1,0	1,2... 1,6
Шлакопортландцемент	2,8... 3,0	-	-
Портландцемент	3,0... 3,2	0,9... 1,3	1,5... 2,0
Глиноземистый цемент	2,1... 3,3	1,0... 1,3	1,6... 2,0

#### Оборудование для приготовления и перевозки цементобетонной смеси

Цементобетонная смесь - один из основных материалов, используемых в транспортном строительстве для сооружения дорожных одежд, мостов, эстакад, тоннелей и других конструкций, рассчитанных на большие нагрузки и многолетнюю работу. Цементобетонной называется смесь цемента, воды, песка и щебня в пропорциях, диктуемых назначением получаемого цементобетона. Современные строительные технологии также предусматривают использование специальных добавок в цементобетон, улучшающих его свойства (например, морозостойкость) и ускоряющих созревание.

Объемы потребления цементобетонной смеси в транспортном строительстве диктуют использование для ее приготовления и транспортировки самого современного оборудования.

Технология приготовления цемента-бетонной смеси остается неизменной на протяжении уже многих лет. Ее реализуют *растворные узлы, цемента бетонные заводы, заводы железобетонных изделий*, производительность и близость которых к месту потребления смеси диктуются экономическими условиями конкретного региона. В состав комплекта специального оборудования входят склады и бункеры для каменных материалов, цистерны для воды, силосные хранилища для цемента и добавок, объемные дозаторы для точной дозировки компонентов смеси, бетоносмесители для перемешивания компонентов до состояния однородной смеси, бункеры-накопители для хранения и отгрузки готовой смеси.

#### Машины для сооружения цементобетонного покрытия

Автомобильные дороги и взлетно-посадочные полосы аэродромов, рассчитанные на высокую интенсивность движения и большие ударные

нагрузки, обязательно имеют в своей конструкции слой цементобетона, а чаще - железобетона. Цементобетон обеспечивает необходимые прочность и надежность сооружения, а иногда служит и как верхний, износоустойчивый слой покрытия. Его прочность зависит, в основном, от плотности, обусловленной правильным подбором состава, качеством приготовления и соблюдением технологии укладки. Прочность цементобетона характеризуется пределом прочности при сжатии и пределом прочности на растяжение при изгибе, измеренных спустя 28 сут. после его изготовления.

Укладка, разравнивание, уплотнение цементобетона и выглаживание его поверхности в современном транспортном строительстве производятся комплексами машин, включающими *бетонораспре-делитель, бетоноукладчик и финишер*, и обеспечивающими высокую (до 1 км/ч и более) скорость устройства покрытия. Это достигается высокой степенью автоматизации и надежностью машин при условии четкой организации основных и вспомогательных работ. Цементобетонное полотно, уложенное машинами бетоноукладочного комплекса, покрывается защитной пленкой или эмульсией. Это обеспечивает оптимальные условия для созревания цементобетона, в котором после отверждения нарезаются компенсационные швы, предохраняющие полотно от растрескивания при деформациях. Швы защищаются битумной мастикой, полимерной лентой, другими заполнителями, предотвращающими попадание воды и скол верхних кромок бетонных плит под действием ударных нагрузок от колес автотранспорта. Для выполнения перечисленных операций используются *распределители пленкообразующих материалов, нарезчики швов и гудронаторы*.

### **Оборудование для хранения и перекачки битума**

Битум относится к органическим вязущим материалам и получается в результате физико-химической переработки нефти, угля, /гол и битумных пород. В транспортном строительстве он применяется, в основном, благодаря хорошей адгезии, вязкости и водонепроницаемости. При перемешивании с сыпучими дорожно-строительными материалами (щебнем, гравием, песком, грунтами) битум склеивает их частицы в стабильные конгломераты, устойчивые к действию разрушающих нагрузок, влаги и температурных деформаций. При нагревании до температуры 150... 180°С вязкость битума дорожных марок снижается и он становится текучим, что облегчает его перекачку и дозирование.

Для перевозки битума используется железнодорожный и автомобильный транспорт. Как правило, битум перевозится в *закрытых цистернах с хорошей теплоизоляцией и системой подогрева*. При перевозках по железной дороге также используются *самосвальные бункеры*, оснащенные паровыми подогревательными рубашками. На короткие расстояния, в частности, между технологическими установками, образующими единый производственный цикл, битум перекачивается по *теплоизолированным и подогреваемым трубопроводам*.

Основными потребителями битума в транспортном строительстве являются асфальтобетонные заводы, особенности производства которых требуют наличия запаса битума в объеме 50% его годового расхода. Запас битума хранится в подземных, полуподземных или наземных *битумохранилищах*. Последние могут быть временными или стационарными.

### **Оборудование для изготовления и перевозки асфальтобетонной смеси**

Асфальтобетонные смеси применяются, главным образом, в транспортном строительстве и получают при тщательном перемешивании нагретых щебня, песка и минерального порошка с горячим битумом. В зависимости от марки битума и температуры смеси при укладке они подразделяются на горячие, теплые и холодные, температура укладки не ниже соответственно 120,60,10 ° С. Асфальтобетонные смеси классифицируют по крупности зерен (табл. 1.4).

Таблица 1.4

#### Классификация асфальтобетонных смесей по крупности зерен

Тип смеси	Классификация	Наибольший размер зерен не более, мм,
Горячие и теплые	Крупнозернистые	40 20
Горячие, теплые и	Мелкозернистые Песчаные	15 5

Асфальтобетонные смеси изготавливаются на стационарных или передвижных *асфальтобетонных заводах*.

Стационарные асфальтобетонные заводы предпочтительны в местах, где потребление асфальтобетонной смеси стабильно в течение длительных промежутков времени (это характерно для крупных городов или промышленных районов).

Передвижные асфальтобетонные заводы, не требующие привлечения специальных подъемно-транспортных средств для монтажа/ демонтажа и перевозки, более удобны при строительстве протяженных капитальных дорог, когда место укладки больших количеств асфальтобетонной смеси быстро перемещается.

Существуют и сборно-разборные асфальтобетонные заводы (в отечественной практике за ними закрепился термин «инвентарные»), которые также могут перевозиться с места на место. От передвижных они отличаются отсутствием в комплекте оборудования завода грузоподъемных механизмов для монтажа/демонтажа технологических установок и самоходных шасси для их перевозки.

Готовая асфальтобетонная смесь либо сразу отгружается в транспортные средства, либо предварительно накапливается в бункерах-термосах, из которых затем производится ее отгрузка.

Доставка готовой асфальтобетонной смеси от завода до места ее укладки осуществляется автотранспортом. При перевозках на небольшие расстояния, когда смесь не успевает остыть ниже температуры укладки, могут использоваться обычные автосамосвалы, кузова которых смачиваются битумной эмульсией, предотвращающей прилипание смеси к металлу. При более длинных расстояниях горячую асфальтобетонную смесь целесообразно перевозить в *автосамосвалах с кузовами-термосами*, оборудованными системами подогрева, перемешивания и принудительной разгрузки смеси.

#### Машины для сооружения асфальтобетонных покрытий, содержания дорог и ремонта покрытий

**Машины для сооружения асфальтобетонных покрытий.** Более

половины мировой сети автомобильных дорог имеют асфальтобетонное покрытие. К его преимуществам относятся хорошие сцепные качества, износостойкий и морозоустойчивость, малошумность, беспыльность, удобство содержания и ремонта.

Прочность асфальтобетонного покрытия, уложенного с соблюдением технологических норм и правил, вполне обеспечивает его длительную эксплуатацию при нагрузках, создаваемых современными транспортными потоками. Для устройства асфальтобетонного покрытия используют: *асфальтоукладчики* - самоходные машины, равномерно распределяющие и уплотняющие смесь по всей ширине укладки; *асфальтовые катки* - уплотняющие асфальтобетон для придания ему необходимой прочности и долговечности.

**Машины для содержания дорог.** Технология ухода за дорожным покрытием в летнее время предусматривает регулярную очистку проезжей части, лотков и обочин от пыли, наносов, грязи и посторонних предметов, увлажнение покрытия для пылеподавления и снижения температуры покрытия в жаркие дни, и мойку покрытия для очистки от пыли и грязи, снижающих его сцепные свойства. Для выполнения этих работ в крупных городах используются *поливомоечные* и *подметальные машины*.

В зимнее время года на большей части Российской Федерации необходимо регулярное удаление с дорог и тротуаров значительных масс свежего и слежавшегося снега и ледяных образований. Для этого используются *снегоуборочные* и *снегопогрузочные машины* с отвалами, роторными, фрезерными и лаповыми питателями, снегопогрузочным и подметальным оборудованием, а также *разбрасыватели* и *распределители* твердых и жидких антигололедных материалов. Последние либо снижают скользкость обледеневшего или заснеженного покрытия (например, песок, гранитная крошка), либо растворяют ледяную корку и снежный накат, превращая их в жидкость.

Для экстренной очистки покрытий (как правило, на аэродромах) применяются *газоструйные агрегаты*, очищающие и высушивающие покрытие раскаленными выхлопными газами снятых с самолетов реактивных двигателей.

**Машины и оборудование для ремонта дорожных покрытий.** Асфальтобетонные и цементобетонные покрытия подвергаются в ходе эксплуатации различным видам износа. К их числу относятся истирание покрытия под абразивным действием пневмоколес, растрескивание при сезонных колебаниях температуры с последующим разрушением краев трещин, выкрашивание слабых или поврежденных участков и т. д.

Асфальтобетонные покрытия могут деформироваться при высокой окружающей температуре или под действием вертикальных и горизонтальных нагрузок, образуя на проезжей части колеи и волны (продольные и поперечные неровности).

Цементобетонные покрытия, наоборот, более чувствительны к отрицательным температурам, при которых ускоренно разрушается их поверхностный слой.

Технология ремонта твердых дорожных покрытий предусматривает в зависимости от вида и степени износа срезку верхнего изношенного слоя покрытия, разделку трещин, вырубку выкрошенных участков покрытия вместе с подстилающим слоем. Для этого могут использоваться большие и малые *дорожные фрезы, нарезчики швов и отбойные молотки*. Восстановление покрытия за счет добавления свежей смеси осуществляется обычными бетоноукладчиками - и асфальтоукладчиками.

В последние годы при ямочном ремонте асфальтобетонных покрытий все чаще применяются жидкие асфальтобетонные смеси, приготовленные на основе специальных битумов. Благодаря повышенной пластичности они хорошо заполняют все пустоты, не требуют выравнивания и уплотнения и затвердевают уже через несколько часов после укладки.

Для применения таких смесей используют *дорожные ремонтеры*, оборудование которых устанавливается на шасси грузового автомобиля и состоит из теплоизолированной обогреваемой емкости для хранения смеси, встроенной в емкость мешалки, предотвращающей расслаивание смеси при перевозке, и распределительного устройства, обеспечивающего подачу и укладку смеси.

Для восстановления асфальтобетонного покрытия на протяженных участках применяют машины типа *«ресайклер»*, суть работы которых состоит в разогреве, удалении и измельчении изношенного слоя покрытия, смешивании его со свежим асфальтобетоном и укладке полученного материала на ремонтируемую поверхность с последующим уплотнением.

### **Лекция № 3 Виды приспособлений и специализированных транспортных средств, выполняющих работы. Технологии для содержания и ремонта автомобильных дорог.**

#### **Машины для ремонта и содержания автомобильных дорог**

Проезжая часть дороги под воздействием транспорта, температуры и атмосферных факторов разрушается. При современном проведении мероприятий по содержанию дорог сохраняются высокие эксплуатационные качества покрытия, снижаются затраты на ремонт и восстановление дорог, значительно сокращается число автомобильных аварий на дорогах.

Мероприятия по содержанию автомобильных дорог проводят в течение всего года и включают: капитальный ремонт, ремонт, летнее и зимнее содержание.

#### **Машины для ремонта автомобильных дорог**

Дорожные ремонтеры (на базе ГАЗ, ЗИЛ) (рис. 2.21) обеспечивают комплексную механизацию работ по ремонту битумо-минеральных и асфальтобетонных покрытий и осуществляют следующие технологические операции:

- очистку поврежденных мест от пыли и грязи сжатым воздухом;
- разогрев асфальтобетонных покрытий нагревательными устройствами для выравнивания и удаления материала;
- разрыхление и удаление некачественного материала;

- укладку новой горячей или холодной черной смеси, разравнивание и уплотнение;
- ремонт трещин покрытий жидким вяжущим материалом [5].

**Ресайклеры** (рис. 2.22). Технология холодного ресайклинга позволяет добиться повторного максимального использования материалов существующего покрытия при восстановлении автомобильных дорог.

Использование метода холодного ресайклинга исключает необходимость транспортировки старого фрезерованного материала в отвалы, устраняются дополнительные помехи дорожному движению со стороны большегрузных автомобилей, которые были бы задействованы на транспортировке снятого материала. С другой стороны, использование холодного ресайклинга уменьшает количество применяемых новых материалов по сравнению с обычными способами ремонта. Кроме экономических преимуществ, холодный ресайклинг оказывает минимальное воздействие на окружающую среду.

**Ремиксеры** (рис. 2.23) предназначены для ремонта, укрепленных битумом слоев дорожной одежды методом горячего рециклирования. Они обеспечивают репластификацию старого слоя, разрыхление его вращающимися рыхлителями, добавление корректирующей смеси, перемешивание их и укладку приготовленной смеси. Смесь, выложенная на нагретое полотно, укладывается с помощью плавно регулируемым смесеукладочным брусом, в соответствии с профилем полотна. Такая технология обеспечивает хорошее сцепление слоев за счет укладки «горячего по горячему», при этом за счет соответствующих добавок свойства покрытия восстанавливаются при полном повторном использовании старой дорожной одежды.

Особенностью ремиксеров является то, что весь процесс восстановления осуществляется за один рабочий проход непосредственно на проезжей части дороги как подвижной стройплощадке. Они позволяют восстанавливать все типы асфальтовых дорог — от улиц до автострад.

Основные машины для ремонта: дорожные ремонтеры, ремиксеры, ресайклеры, автогрейдеры, автосамосвалы, дорожная фреза (рис. 2.24), звено катков с гладкими вальцами и на пневматических шинах, автогудронатор, поливомоечная машина.



Рисунок 2.2 Дорожный ремонт



Рисунок 2.22 Ресайклер



Рисунок 2.23 Ремиксер



Рисунок 2.22 дорожная фреза

#### **Лекция № 4 Технологические приспособления и специализированные транспортные средства для содержания автомобильных дорог (поливомоечные машины).**

##### **Машины для содержания автомобильных дорог**

Косилки (базовая машина трактор «Беларусь») служат для скашивания травы на обочинах и полосе отвода (рис. 2.25).

Бурокрановые машины (на базе ГАЗ, ЗИЛ) служат для установки знаков, столбов, посадки деревьев и т.д.

Маркировщики (на базе ГАЗ) (рис. 2.26) предназначены для нанесения разметки на проезжей части, линий безопасности, разграничительных линий, окраски обстановки дороги и т.д.

Снегоочистители (на базе УРАЛ, ЗИЛ, МТЗ и т.д.) предназначены для уборки снега с дороги (рис. 2.27). Они бывают навесные, роторные и снегопогрузчики.

Машины для гидродинамической очистки ливневой канализации (на базе ЗИЛ, КамАЗ), илососные машины (на базе ЗИЛ, КамАЗ), предназначены для прочистки труб, ливневой канализации (рис. 2.28) [5].



Рисунок 2.25 Косилка



Рисунок 2.26 Маркировщик



Рисунок 2.27 Снегоочиститель



Рисунок 2.28 Илосос

Для всесезонного содержания дорог применяют дорожные и комбинированные машины при снегоочистке, при подметании, при поливе, при мойке, при распределении противогололедных материалов.

Основными машинами для содержания автодорог являются: автогрейдеры, бульдозеры, автосамосвалы, поливомоечные машины, трактора с механическими щетками, косилки, бурокрановые машины, маркировщики, снегоочистители.

### **Зимняя уборка улиц и городских дорог**

Влияние снежно-ледяных образований на транспортно-эксплуатационные качества дорог.

Задача зимней уборки - обеспечить бесперебойное и безопасное движение транспорта по улицам города при любых погодных условиях. Снежно-ледяные образования на дорожных покрытиях влияют на транспортно-эксплуатационные характеристики городских дорог, определяемые двумя основными показателями - коэффициентом сопротивления качению колес и коэффициентом сцепления колес с покрытием. Во время сильных снегопадов коэффициент сопротивления качению значительных но возрастает. При этом увеличивается мощность, необходимая для преодоления автомобилем сопротивления снежного покрова и снижается скорость движения автомобилей, а следовательно, и их производительность, а также себестоимость перевозок.

Зависимость между скоростью движения и коэффициентом сопротивления

качению на асфальтобетонных покрытиях выражается следующей формулой:

$$v = \frac{270N}{Gf},$$

где  $N$  - мощность двигателя, расходуемая на преодоление сопротивления снежного покрова, л. с;  $G$  - масса автомобиля, кг;  $f$  - коэффициент сопротивления качению (при чистом сухом асфальтобетонном покрытии  $f = 0,02$ , при заснеженном покрытии  $f = 0,1-0,2$ ).

Из приведенной формулы видно, что для повышения скорости движения на дороге, покрытой слоем снега, надо увеличить мощность двигателя, т.е. затратить больше энергии, чем при движении по сухому чистому покрытию.

### **Способы борьбы со снегом на дорогах**

Существует несколько способов борьбы со снегом и льдом на дорогах: механический, с помощью хлоридов, комбинированный. Выбор того или иного способа зависит главным образом от вида и состояния снежно-ледяных образований. Свежевыпавший рыхлый снег легче убирать с проезжей части, чем слежавшийся, уплотненный. Еще труднее очищать дорожное покрытие от плотного льда.

Работы по зимней уборке улиц и городских дорог делятся на основные и дополнительные. К основным работам относятся: расчистка проезжей части от выпадающего снега и предотвращение образования уплотненной корки; удаление с покрытий снежно-ледяных накатов и уплотненного снега; удаление снежных валов, образовавшихся в результате расчистки проезжей части; борьба со скользкостью на проезжей части при гололеде.

К дополнительным относятся работы: по уборке снега и льда с перекрестков, остановок городского транспорта, формовке снежных валов, зачистке лотков проезжей части после вывоза снега. Очередность и сроки проведения работ по расчистке проезжей части от снега, а также борьбе со скользкостью устанавливаются в зависимости от категории улиц.

Все убираемые улицы разделяются на три группы. К улицам I группы относятся въезды в город, скоростные и магистральные улицы, по которым проходят троллейбусные и автобусные маршруты, улицы с интенсивным движением, улицы с большими продольными уклонами, а также с узкой проезжей частью, на которой затруднено размещение снежных валов. К I группе относят также дороги, ведущие к больницам, противопожарным сооружениям.

II группа включает улицы и дороги со средней интенсивностью движения, а также площади у вокзалов, рынков, магазинов. К III группе относятся все остальные улицы и городские проезды. В зависимости от того, к какой категории относится улица или городская дорога, назначают очередность и сроки проведения работ по борьбе со снегом и льдом.

Снег на дорожном покрытии при определенных условиях может из рыхлого, сыпучего состояния перейти в твердое. При температуре, близкой к  $0^{\circ}\text{C}$ , снег уплотняется колесами автомобилей и затем с наступлением морозов превращается в плотный снежно-ледяной накат. Состояние снега на проезжей части, его способность уплотняться под действием колес и примерзать к

поверхности покрытия характеризуется двумя основными показателями - силами внутреннего трения и сцеплением (смерзанием) с покрытием. Когда снег находится в рыхлом состоянии величина этих показателей минимальна, и требуется сравнительно небольшое приложение сил, чтобы убрать его с проезжей части.

При уплотнении снега и понижении температуры образуются снежно-ледяные накаты, в которых силы внутреннего трения и сцепления с покрытием достигают таких величин, что для их преодоления требуются значительные усилия. Величину силы, необходимой для преодоления внутреннего трения между кристаллами снега и сцепления с покрытием, определяют по формуле

$$\tau = \sigma \operatorname{tg} \varphi + C,$$

где  $\tau$  - разрушающее касательное напряжение, кгс/см<sup>2</sup> (МПа);  $\sigma$  - напряжение сжатия, действующее нормально к направлению сдвига, кгс/см<sup>2</sup> (МПа);  $\operatorname{tg} \varphi$  - тангенс угла внутреннего трения снега;  $C$  - коэффициент сцепления снега с покрытием, кгс/см<sup>2</sup> (МПа).

При внесении в снег химических реагентов значительно снижаются тангенс угла внутреннего трения и силы сцепления снега с покрытием. При снижении тангенса угла внутреннего трения до 0,48 и сцепления с покрытием до величины, близкой к нулю, значение  $\tau$  становится минимальным, и в этом случае можно обеспечить высокое качество уборки снега с проезжей части механическим способом - плужно-щеточными снегоочистителями.

Исследованиями, проведенными проф. Г.Л. Карабаном и В.Б. Ратиновым, определена сущность физических явлений, происходящих при внесении в снег химических реагентов. Под воздействием колес движущегося транспорта происходит перемешивание снега с внесенными в него реагентами. При этом образуется соляной раствор, который обволакивает кристаллы снега, создавая между ними своеобразную пленку. Эта пленка служит как бы незамерзающей смазкой, способствующей взаимному перемещению кристаллов.

Однако следует иметь в виду, что при введении в снег чрезмерно большого количества реагентов может образоваться значительное количество свободного соляного раствора, не участвующего в процессе снижения сил внутреннего трения и сцепления снега. Возникновение на проезжей части свободного раствора приводит к плавлению снега до полужидкого состояния, при котором снег приобретает высокую подвижность и способность совместно с соляным раствором оказывать вредное воздействие на металлические части транспортных средств. Установлены средние нормы введения в снег реагентов, исключющие образование на покрытиях свободного соляного раствора. При температуре снега выше - 6° С вводится 15 г/м<sup>2</sup> реагентов, при температуре снега от - 6° до - 18° С - 25 г/м<sup>2</sup>, ниже - 18° С - 35 г/м<sup>3</sup>.

Химические реагенты вызывают повышенную коррозию металлических трубопроводов подземных коммуникаций. Они также вредно влияют и на солевой состав почв, замедляя рост придорожных зеленых насаждений. Установлено, что повышенное содержание в почве ионов хлора вредно сказывается на росте зеленых насаждений. Поэтому немаловажное значение для сохранения окружающей среды имеет выбор химических средств для борьбы со снежно-ледяными образованиями.

## **Химические средства для борьбы со снегом**

Применяют твердые, жидкие реагенты, а также пескосоляные смеси. К твердым реагентам относятся хлорид кальция ( $\text{CaCl}_2$ ) и хлорид натрия ( $\text{NaCl}$ ). Эти материалы весьма гигроскопичны и обладают свойством слеживаться - превращаться в твердый монолит. Опыты, проведенные в Академии коммунального хозяйства им. К.Д. Памфилова, показали, что при смешении этих двух реагентов образуется так называемая несслеживающаяся смесь, которая способна в течение длительного времени не терять своей сыпучести. Однако несслеживающаяся смесь, а также каждый из составляющих ее хлоридов оказывают вредное действие на окружающую среду. Поэтому применение этих хлоридов следует по возможности ограничивать, а использовать реагент ХКФ (хлористый кальций фосфатированный), выпускаемый промышленностью на основе хлористого кальция с добавлением так называемых ингибиторов - веществ, снижающих коррозионную активность хлоридов. В реагенте ХКФ хлористый кальций ингибирован фосфатами, которые, являясь хорошими минеральными удобрениями, способствуют росту зеленых насаждений и тем самым в значительной мере нейтрализуют вредное влияние на растения ионов хлора.

Другим рекомендуемым реагентом служит нитрит-нитрат-хлорид кальция (ННХК), содержащий ингибиторы, замедляющие процесс электрохимической коррозии, а также удобрения, стимулирующие рост зеленых насаждений. К жидким реагентам относят растворы хлористых солей. Чаще применяют раствор хлористого кальция с концентрацией твердого вещества свыше 30%.

В раствор  $\text{NaCl}$  вводят добавку на хиолиновой основе, которая ограничивает электрохимический процесс коррозии металлических частей автомашин. В ГДР в качестве жидких хлоридов применяют хлористомагниевою щелочь - побочный продукт химической промышленности. Растворы хлоридов имеют температуру замерзания от  $-20$  до  $-60^\circ\text{C}$ . При взаимодействии с ними лед и снег плавятся.

Действие хлоридов на снежно-ледяные образования характеризуется их плавящей способностью. При выборе того или иного вида хлоридов учитывают их плавящую способность при данной температуре воздуха. Для борьбы со снегом и снежно-ледяными образованиями помимо химических реагентов в чистом виде применяют еще так называемые пескосоляные смеси. Пескосоляная смесь - это смесь песка с хлоридами (хлористыми натрием, кальцием ил-магнием). Обычный состав пескосоляной смеси для борьбы со снегом, % песок - 92-97, поваренная соль ( $\text{NaCl}$ ) - 3 - 8. При температуре воздуха ниже минус  $20^\circ\text{C}$  пескосоляную смесь указанного состава не применяют, так как образующийся при таянии снега раствор поваренной соли при низких температурах замерзает, превращаясь в очень твердую наледь. В сильные морозы более эффективной является смесь песка с хлористым кальцием  $\text{CaCl}_2$  или хлористым магнием  $\text{MgCl}_2$ .

## **Технология очистки покрытий от снега**

Свежевыпавший снег с проезжей части сметают и сгребают в валы. При интенсивности движения по дороге до 100 маш/ч снег убирают одними только плужно-щеточными снегоочистителями (рис.4).

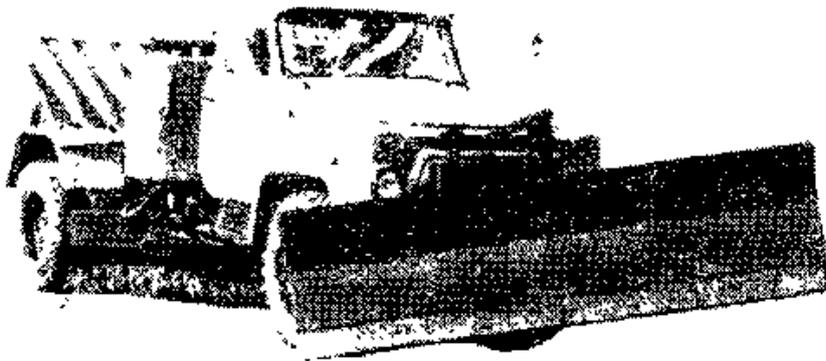


Рис.4. Плужно-щеточный снегоочиститель с оборудованием для разбрасывания песка

Очистку проезжей части начинают с наступлением снегопада и производят через каждые 2-3 ч по мере накопления снега. После окончания снегопада производят окончательную очистку проезжей части.

При интенсивности движения более 100 маш/ч плужно-щеточные машины не всегда успевают очистить проезжую часть, предотвратить закатывание снега колесами и образование плотного наката. В этих случаях применяют комбинированный способ снегоуборки - с помощью средств механизации и химических материалов. Химические материалы препятствуют уплотнению снега колесами и снижают величину сил сцепления (смерзания) снежно-ледяных образований с дорожным покрытием.

Очистка дорожных покрытий от снега комбинированным способом заключается в чередующихся операциях по их обработке химическими реагентами и затем сметанию и перемещению снега в валы. Через 15-30 мин после начала снегопада в зависимости от его интенсивности по покрытию распределяют реагенты. После этого в течение нескольких часов происходит перемешивание их со снегом колесами автомобилей, в результате чего на покрытии образуется соляной раствор, препятствующий образованию снежно-ледяного наката. Затем снег сметают и сгребают его в валы к лотку проезжей части. Указанные операции повторяют в течение всего периода снегопада. По его окончании производят завершающее подметание проезжей части и сгребание снега в валы. В дальнейшем, если это предусмотрено режимом уборки, снег из валов грузят в самосвалы и вывозят на снежную свалку или к месту снегосплава.

При подметании число снегоочистителей выбирают с таким расчетом, чтобы за один проход можно было убрать проезжую часть до середины улицы. Затем снегоочистители разворачивают и убирают вторую половину проезда. Такой порядок уборки предотвращает образование промежуточных валов, которые обычно разбрасываются проходящим транспортом и прикатываются колесами. Первая снегоочистительная машина проходит по оси проезда, идущие за ней - движутся уступами с интервалом 15-20 м с перекрытием подметенных полос на 0,3-0,5 м. На широких улицах и при значительной толщине снежного покрова величину перекрытия полос увеличивают до 1-1,2 м.

В прилотовой части дорог часто возникают плотные снежно-ледяные образования. Они нередко образуются под снежным валом и трудно поддаются механическому удалению из-за смерзания с покрытием. Поэтому перед складированием снега покрытие в прилотовой части обрабатывают химическими реагентами с повышенной нормой посыпки, равной 80-100 г/м<sup>2</sup>. После такой

обработки, если на покрытии образовался уплотненный слой снега или льда, силы сцепления в нем будут настолько малы, что его нетрудно будет убрать механическим способом - обычным сгребанием. Уборка снега с проезжей части позволяет увеличить пропускную способность улиц и дорог, а также повысить безопасность движения транспорта и пешеходов. Очистку от снега тротуаров и садово-парковых дорожек производят малогабаритными универсальными машинами с плужно-щеточным (рис.5)



Рис.5. Плужно-щеточный снегоочиститель для уборки снега на тротуарах и фрезерно-роторным навесным оборудованием (Рис.6).



Рис.6. Очистка садово-парковой дорожки фрезерно-роторным снегоочистителем

При выборе того или иного метода уборки снега проводят технико-экономический анализ, учитывающий местные условия: возможность складирования снега, наличие мест для вывоза, расстояние перевозки. С проезжей части снег убирают двумя основными методами: складированием и вывозом на снежные свалки или в места снегосплава. Если позволяет ширина проезжей части, складирование снега производят на прилотовой полосе или резервной зоне. Можно также складировать снег на газонах или других свободных от застройки площадках, удобных для размещения валов или куч снега.

Вывоз снега в комплексе работ по зимней уборке улиц является наиболее трудоемкой операцией. Собранный в валы снег грузят с помощью специальных машин-снегопогрузчиков (рис.7).



Рис.7. Погрузка снега в автомобили-самосвалы снегопогрузчиком

Транспортировку снега производят автомобилями-самосвалами. Для максимального использования грузоподъемности самосвалов их оборудуют кузовами повышенной вместимости или наращивают борта на 80-90 см. Для обеспечения непрерывной работы снегопогрузчика за ним закрепляют определенное число автомобилей. Основные затраты по вывозу снега определяются дальностью его транспортирования. Поэтому сокращение расстояния, на которое вывозится снег, является решающим условием снижения стоимости этой операции.

Снег с улиц вывозят на поля, пустыри, в русла рек, а также сбрасывают в люки водосточных сетей или хозяйственно-фекальной канализации. Выбор мест для снегосвалок и сплава должен быть согласован с органами санитарного надзора. При вывозе снега на сухие свалки необходимо учитывать возможность отвода талых вод в весенний период. При сбрасывании снега в русла рек целесообразно выбирать не замерзающие места - вблизи выпусков теплой воды от теплоэлектростанций или других подобных предприятий. Иногда устраивают искусственную полынью, в которой устанавливают на понтоне подвесной гребной винт. Понтон закрепляют неподвижно, и создаваемое винтом бурное течение не позволяет воде покрыться льдом. Такие полыньи для сброса снега могут иметь длину до 40 и ширину до 10 м. Снегосвалки устраивают на набережных - снимают ограждения и устанавливают колесоотбойные брусья высотой 35-45 см. Они могут быть деревянными или железобетонными. Если глубина реки у берега невелика, устраивают разгрузочные эстакады на сваях. При правильной организации работ по снегоуборке в большинстве случаев удается обеспечить нормальную эксплуатацию городских дорог в зимний период и поддерживать на заданном уровне их транспортно-эксплуатационные качества.

Дорожная служба должна стремиться к тому, чтобы не допускать закатывания снега колесами автомобилей и образования снежно-ледяных накатов на проезжей части, так как работы, связанные с их устранением, весьма трудоемки и требуют значительных затрат. Если, однако, по какой-либо причине снег не был своевременно удален с проезжей части и превратился в снежно-ледяной накат или плотный лед, удаление наката или льда производят обработкой химическими реагентами при норме посыпки 200-300 г/м<sup>2</sup>.

Минимальный размер кристаллов реагентов должен при этом составлять 7-8 мм. Покрытия обрабатывают обычно в ночные или утренние часы, до начала

интенсивного движения транспорта во избежание сбрасывания реагентов с проезжей части колесами машин. Через несколько часов после посыпки скалывают верхний слой уплотненного снега и льда толщиной 15-20 мм, затем повторно посыпают реагентами и снова скалывают. Так - до полного удаления снежно-ледяного наката. Скалывание производят авто-грейдером, снабженным гребенчатым ножом или специальным скалывателем-рыхлителем. После скалывания уплотненный снег и лед окучивают и перемещают в снежные валы.

Технология снегоуборки с применением пескосоляных примесей почти не отличается от обработки покрытий химическими реагентами. Отличие состоит лишь в норме посыпки, которая составляет для пескосоляных смесей 250-300 г/м<sup>2</sup>. По проезжей части пескосоляную смесь или хлориды рассыпают машины - пескоразбрасыватели или универсальные разбрасыватели. Пескосоляную смесь применяют также для повышения коэффициента сцепления колес с покрытием на крутых подъемах, поворотах, подъездах к мостам, тоннелям и т.д. На таких участках норма посыпки увеличивается до 400 г/м<sup>2</sup>.

К недостаткам пескосоляной смеси относится, в частности, загрязнение дорог и дорожных сооружений песком, который выносится талой водой в водосточную сеть, перемещается вместе со снегом по проезжей части, перекидывается в газоны и т.д. Применение пескосоляной смеси требует значительных затрат, связанных с добычей и перевозкой большого количества песка, перемешиванием его с хлоридами, погрузкой в специальные машины - пескоразбрасыватели. Кроме того, песок действует на металлические части транспортных средств как абразивный материал и в смеси с хлоридами вызывает повышенную коррозию металла. Поэтому химические реагенты в чистом виде, как показали исследования, более экономичны и удобны для борьбы со снегом и льдом на городских дорогах.

## **Лекция № 5 Технологические приспособления и специализированные транспортные средства для разметки автомобильных дорог.**

Основные характеристики маркировочных машин и способы нанесения лакокрасочных материалов.

Маркировочные машины предназначены для нанесения линий разметки аэродромных и дорожных покрытий, обозначения взлетно-посадочных полос, рулежных дорожек, мест стоянок и перронов, а также для окраски элементов обстановки. Маркировочные машины применяют для разметки предварительно очищенных, сухих асфальтобетонных и цементобетонных покрытий при положительной температуре воздуха от 10 до 40°С.

Основными признаками, определяющими условное разделение маркировочных машин на классы, являются: назначение машины, объем и вид выполняемых работ, применяемый материал, способ нанесения знака, тип ходового оборудования. Существует несколько способов механизированного нанесения лакокрасочных и термопластичных материалов на покрытия (рис. 2.1) (без компрессорный, пневматический, гравитационный и кинетический). Способ нанесения пленочных материалов на покрытие не получил широкого распространения, как и способ фрезерования выемок под укладку термопластичных материалов.

У большинства современных краскораспылителей, установленных на самоходных маркировщиках (табл. 2.2), управление исполнительными механизмами осуществляется универсальным пневматическим способом. Компрессор подает воздух под давлением в коммуникации по трем основным ветвям. По одной ветви – в резервуар для краски, по другой – в бак для растворителя, по третьей – в краскораспылитель. Краскораспылитель снабжен двумя пневматическими трубопроводами, одним для распыления материала, другим для управления его работой. Одновременно с этим в краскораспылитель поступает под давлением лакокрасочный или термопластичный материал, вытесняемый из резервуара. В насадке краскораспылителя струя материала дробится воздушным потоком и через сопло распыляется на покрытие.

Безкомпрессорный способ состоит в том, что краска из резервуара поступает под давлением сжатого воздуха или насоса в краскораспылитель и, перемешиваясь в насадке, распыляется через сопло.

Гравитационный способ заключается в том, что наносимый на покрытие материал предварительно подогревается до текучего состояния и под действием силы тяжести вытекает на покрытие, а контур линии формируется формой выходного отверстия.

Кинетический способ распыления красочных и термопластичных материалов заключается в том, что давление 3–12 МПа создается в системе насосом, материал истекает на покрытие через отверстие малого диаметра и в результате резкого перепада давления дробится на мелкие частицы, образуя факел.

Основными элементами, характеризующими высокий уровень качества маркировочных машин, являются: компрессор с ресивером, трубопроводами, масловодоотделителями; система подачи краски с баками и подогревом; система промывки каналов, подачи краски баками и трубопроводами;

краскораспределитель; система воздушного и безвоздушного распыления материала с ограничительными дисками или без них; механизм изменения шага, обеспечивающий автоматическое нанесение прерывистых линий; система управления работой форсунки (ручная или автоматическая с помощью электронного блока, состоящего из преобразователя, программного блока и исполнительного органа).

Машины оборудуют визирным устройством, дополнительным пистолетом-краскораспылителем и насосом для механизированной заправки емкостей краской и растворителем.

Для расширения области применения самоходные машины средней и высокой производительности оснащают кронштейнами для подсоединения ручных маркировщиков (рис. 2.2) в виде трехколесных тележек, осуществляющих краевую маркировку дорог; маркировщики монтируют в местах подсоединения краскораспылителя. Ограничительные диски для формирования боковых контуров наносимых линий размещены на двух колесах, одно из которых имеет возможность перемещаться по направляющим, обеспечивая изменение ширины наносимых линий. Нанесение линий осуществляется с помощью форсунки, к которой подается краска и сжатый воздух от маркировочной машины. Управление работой форсунки производится с помощью пневмораспределителя путем изменения направления потока воздуха в пневматическом приводе.

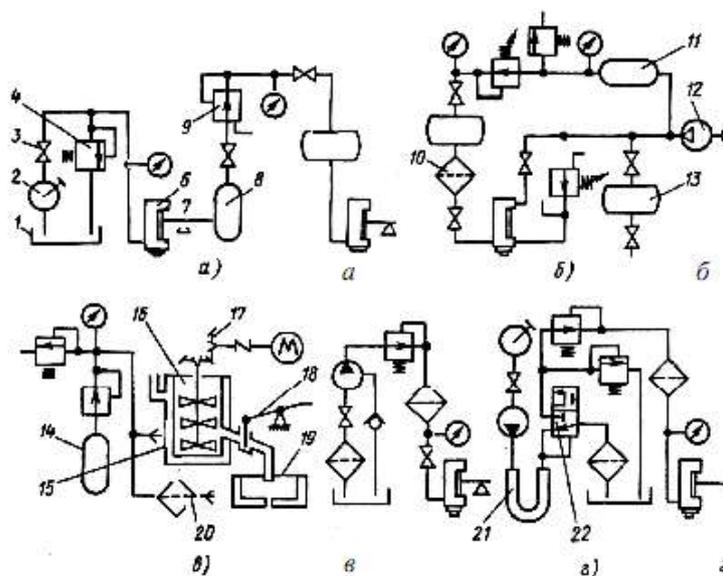


Рис. 2.1. Схема устройств, для выполнения маркировки покрытий различными способами:

а – безкомпрессорным; б – пневматическим; в – гравитационным;  
г – кинетическим;

1 – резервуары для краски; 2 – ручной насос; 3 – проходной кран;  
4 – предохранительный клапан; 5 – манометр; 6 – краскораспылитель;  
7 – рычаг управления; 8 – баллон для сжатого воздуха; 9 – редукционный клапан;  
10 – фильтр; 11 – ресивер; 12 – компрессор; 13 – бак для растворителя;  
14 – баллон для сжиженного газа; 15 – масляная ванна; 16 – резервуар для термопласта;  
17 – мешалка; 18 – рычаг управления; 19 – бункер; 20 – горелка;  
21 – буферная камера; 22 – клапанная коробка

Таблица 2.2

Технические характеристики маркировочных машин

Показатель	ДЭ-3А	ДЭ-3Б	ДЭ-18	ДЭ-18А	ДЭ-20	ДЭ-21	ДЭ-40
Базовое шасси	Т-16М	Т-16М	ГАЗ-53А	ГАЗ-53А	ГАЗ-53А	ГАЗ-53-12	УАЗ-452Д
1	2	3	4	5	6	7	8
Наносимые на покрытие сплошные и прерывистые линии: материал	Краска	Эпоксидная эмаль	Краска	Краска	Термопластик	Термопластик или краска	Краска
способ нанесения	Пневматический	Пневматический	Пневматический	Пневматический	Гравитационный	Гравитационный	Кинематический
число линий	1	1; 2	100-1000	100-1000	1	1; 2; 3	130-170
ширина полосы, мм	100-300	-	1-31	1-31	100, 200	-	-
длина прерывистых линий, м: кратная 1 кратная 1,4	1-31 -	4-31 -	-	-	1-31 -	0,5-30 -	- 1,4
Компрессор:	У4310	У4310	ПУ-	У43102	-	У43102	-
тип	2	2	1,75	0,5	-	0,5	-
подача, м <sup>3</sup> /мин	0,5	0,5	1-75				
давление,							

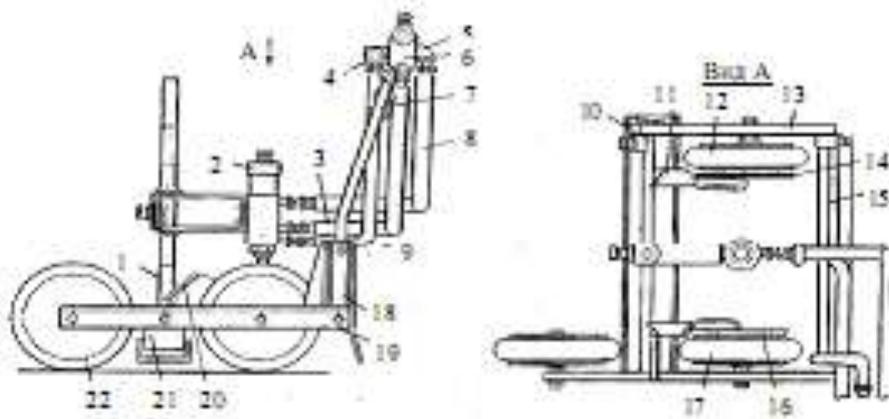


Рис. 2.2. Ручной маркировщик:

- 1 – штанга; 2 – форсунка; 3, 8, 9 – шланги; 4 – тройник; 5 – угольник;  
 6 – пневмораспределитель; 7 – рукоятка; 10, 15 – направляющие;  
 11, 20 – скребки; 12, 17, 22 – колеса; 13, 19 – швеллеры;  
 14, 16 – ограничительные диски; 18 – стойка; 21 – краскосборник

### Машины для маркировки покрытий

Маркировочные машины ДЭ-3А, ДЭ-3Б, ДЭ-18, ДЭ-18А предназначены для нанесения краски пневматическим способом сплошных и прерывистых линий на асфальтобетонные и цементобетонные покрытия дорог и аэродромов. Для нанесения на покрытие термопластиков гравитационным способом применяют машина ДЭ-20, на машине ДЭ-40 краску распыляют кинетическим способом.

Маркировочная машина ДЭ-3А. Это модернизированная машина ДЭ-3. На ней установлены компрессор с принудительным охлаждением, другая конструкция рабочего органа и электронный блок системы автоматики вместо механической коробки изменения шага, используемой для нанесения прерывистых линий. Кроме компрессора специальное оборудование этой машины состоит из баков для краски и растворителя, ресивера, рабочего органа, системы трубопроводов с пультом управления.

Спереди машины установлено визирное устройство.

При работе машины сжатый воздух поступает в ресивер и далее в баки для краски и к краскораспределителю, где, смешиваясь с поступающим из ресивера сжатым воздухом, образует двухфазную смесь, которая через форсунки наносится на покрытие. Для промывки системы от краски используют растворитель.

С помощью электронного блока, состоящего из преобразователя, программного блока и исполнительного органа, осуществляется ручное или автоматическое управление работой форсунки. Преобразователь состоит из мерного колеса, делительного диска и датчика импульсов. Программный блок формирует импульс включения и выключения исполнительного органа.

Исполнительный орган представляет собой электропневматический вентиль, который вырабатывает на выходе пневматический импульс, позволяющий поднять запорную иглу и обеспечить поступление краски в смесительную полость краскораспылителя.

Машина ДЭ-3Б (рис. 2.3) существенного отличия от машины ДЭ-3А не имеет. Она может наносить одновременно две линии маркировки эпоксидной эмалью.

**Маркировочная машина ДЭ-18А.** Это модернизированная модификация машины ДЭ-18, которая отличается от нее конструкцией баков для краски вместимостью 500 литров каждый с пневматическим приводом лопастных мешалок. Базовой машиной является ГАЗ-53А (рис. 2.4). В состав машины входят: два бака для краски (основной и дополнительный), бак для растворителя, четыре ресивера, рабочий орган, визирное устройство, программный блок, дополнительное оборудование.

Трансмиссия базовой машины модернизирована, на нее установлена коробка отбора мощности для привода двух компрессоров и осуществлен привод на демультипликатор, который установлен между коробкой передач и задним ведущим мостом автомобиля (рис. 2.5).

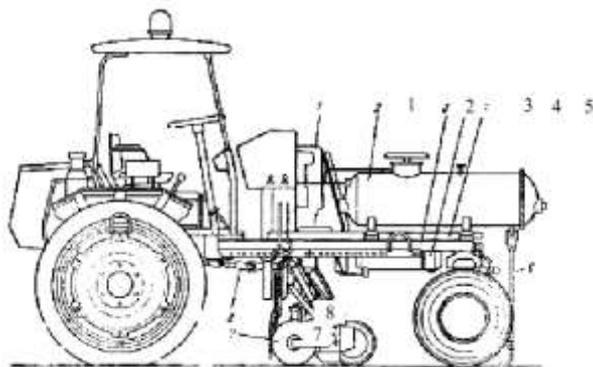


Рис. 2.3. Маркировочная машина ДЭ-3Б:

1— компрессор; 2 — бак для краски; 3 — шасси; 4 — бак для растворителя; 5 — рама; 6 — визирное устройство; 7 — рабочий орган; 8 — трансмиссия

Рабочий орган смонтирован на раме сзади машины и может перемещаться по направляющим влево и вправо за габарит машины. Основные узлы рабочего органа: три форсунки, три пары ограничительных дисков, пневмоцилиндр, два опорных колеса, каретка и система подвески. Форсунки предназначены для приготовления красковоздушной смеси и подачи ее на покрытие. Ограничительные диски формируют боковой контур маркировочных линий. Ширину линии устанавливают перемещением дисков по направляющим. Для нанесения линий шириной 0,5–1 м внутренние диски снимают и распыляют красковоздушную смесь двумя или тремя форсунками. Вертикальное положение форсунки и неизменное расстояние между ней и покрытием обеспечивается с помощью системы навески, состоящей из четырехзвенного параллелограммного механизма. Подъем и опускание рабочего органа осуществляется с помощью гидроцилиндра. Система управления работой форсунок позволяет наносить одновременно три линии с различными комбинациями штрихов и пропусков в каждой.

Внутри основного бака для краски установлена лопастная мешалка с ручным приводом. Баки для растворителя представляют собой две герметичные цилиндрические емкости, соединенные трубопроводами. Краскопроводную магистраль, баки для краски, форсунки и выносной краскораспылитель по окончании работы промывают растворителем. Дополнительное оборудование состоит из выносного пистолета-краскораспылителя, струйного насоса, обеспечивающего заправку баков краской и растворителем, и устройства для установки заставок.

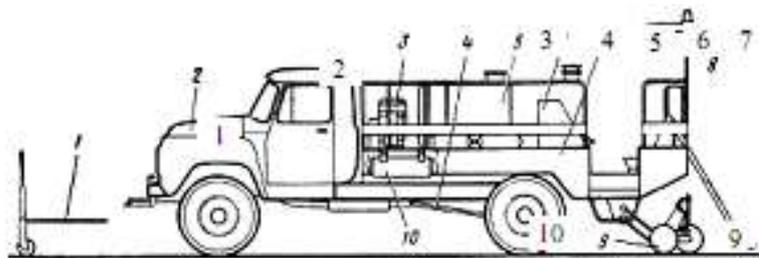


Рис. 2.4. Маркировочная машина ДЭ-18А:

- 1 – визирное устройство; 2 – базовое шасси; 3 – привод компрессора;  
 4 – трансмиссия; 5 – основной бак для окраски; 6 – пульт управления;  
 7 – платформа; 8 – электрооборудование; 9 – рабочий орган;  
 10 – бак для растворителя

**Маркировочная машина ДЭ-20.** Оборудование смонтировано на шасси автомобиля ГАЗ-53А (рис. 2.6) и включает в себя блок из двух котлов, рабочий орган (маркер) с механизмом выдвижения, двух групп газовых баллонов, установленные с каждой стороны платформы, системы циркуляции жидкого теплоносителя с насосной установкой, гидросистему, пульта управления.

Блок котлов предназначен для нагрева термопластика до рабочей температуры и состоит из двух баков, омываемых теплоносителем, внутри баков установлены мешалки. Крутящий момент мешалке передается от гидромотора через муфту и редуктор. Под каждым баком установлены по две жаровые трубы, к которым подсоединены газовые горелки. На передней стенке блока котлов расположены датчики, контролирующие температуру термопластика. Разогретый термопластик из баков через коллектор поступает к рабочему органу.

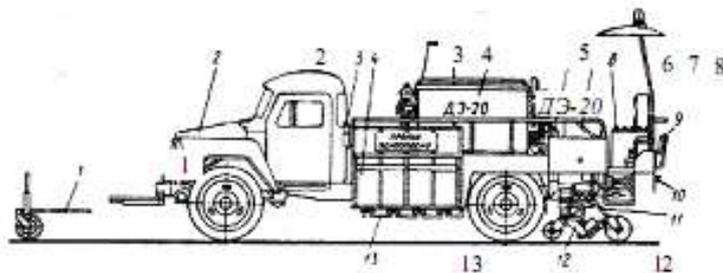


Рис. 2.6. Маркировочная машина ДЭ-20:

- 1 – визирное устройство; 2 – шасси; 3 – запасные части, инструмент; 4 – газовые баллоны; 5 – котел для разогрева термопластика; 6 – коллектор;  
 7 – программный блок; 8 – пульт управления; 9 – сидение оператора;  
 10 – платформа; 11 – измерительный орган; 12 – маркер; 13 – система теплоносителя

**Маркировочная машина ДЭ-21.** Выпускается в двух модификациях:

ДЭ-21-1 – для нанесения линий термопластиком и ДЭ-21-2 – для нанесения линий краской. На базе автомобиля ГАЗ-53-12 без грузовой платформы монтируют платформы с технологическим оборудованием для нанесения линий термопластиком или краской с использованием трафарета и ручного краскораспылителя, входящего в комплект поставки.

На бампере устанавливают визирное устройство, а в трансмиссию встраивают демультипликатор и коробку отбора мощности. Глушитель для

обеспечения безопасной работы переносят в ее переднюю часть и направляют в правую сторону.

Оборудование машины ДЭ-21-1 для нанесения линий термопластиком (рис. 2.9) включает блок котлов, коллектор, маркер, систему теплоносителя, газовое оборудование, пневмосистему и электрооборудование. Блок котлов используется для загрузки, разогрева, перемешивания и выдачи термопластика в коллектор и дальше в маркер для нанесения на покрытие. Маркер обеспечивает нанесение термопластиком сплошных и прерывистых линий продольной разметки и формирование их контуров. Расплавление термопластика в блоке котлов осуществляется с помощью системы теплоносителя, которая используется также для поддержания заданной температуры термопластика и для обогрева маркера и коллектора.

Гидропривод машины предназначен для обеспечения работы: мешалок в блоке котлов, систем циркуляции теплоносителя, ручного или автоматического управления процессом нанесения линий разметки, подъема и опускания маркера. Привод оборудования производится от коробки отбора мощности, встроенной в трансмиссию машины, через карданный вал и клиноременные передачи. В состав оборудования входят также компрессор, пневмосистема и насос. Пневмосистема используется для очистки покрытия перед маркером в процессе работы.

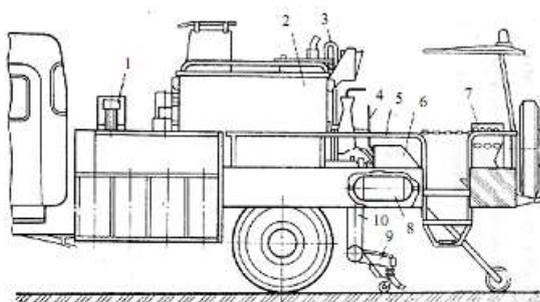


Рис. 2.9. Оборудование машины ДЭ-21-1 для нанесения линий термопластиком:  
1 – привод рабочего оборудования; 2 – блок котлов; 3 – система теплоносителя;  
4 – газовое оборудование; 5 – платформа; 6 – электрооборудование;  
7 – гидросистема; 8 – пневмосистема; 9 – маркер; 10 – коллектор

Электрооборудование машины обеспечивает разогрев и поддержание температуры термопластика, нанесение его на покрытие без опасности движения при работе. Электрооборудование оснащено: электронным устройством, обеспечивающим управление процессом нанесения линий в соответствии с заданными параметрами; системой регулирования температуры теплоносителя; устройством электроразвучковой сигнализационной связи оператора с водителем; проблесковым маяком.

Нанесение линий термопластиком осуществляется гравитационным способом, а формирование линий обеспечивается высокой концентрацией материала и формой выходного отверстия маркера.

#### **Расчет пневматических краскораспылителей**

Исходными параметрами для расчета пневматических краскораспылителей являются физико-механические свойства краски, норма расхода ( $0,4 \text{ кг/м}^2$  при механизированном способе нанесения краски и  $0,5 \text{ кг/м}^2$  при ручном), давление в пневмосистеме, которое может обеспечить тип

компрессора, а также диапазон рабочих скоростей маркировочной машины.

При расчете определяют мощность привода компрессора, объем бака для краски, подачу краски и сжатого воздуха в единицу времени, геометрические параметры пневматического краскораспылителя и факела распыления краски.

Краска поступает в камеру смешивания через сопло в результате разряжения, которое составляет 12–15 Па. Одновременно через воздушные каналы подается сжатый воздух под давлением 0,4–0,6 МПа.

Согласно работе /6/ ниже приведены расчеты пневматического краскораспылителя.

Массовая подача краски (кг/с)

$$Q_k = 10^{-3} q V_{\max} B, \quad (2.1)$$

где

$q$  – норма расхода краски, г/м<sup>2</sup>;

$V_{\max}$  – максимальная рабочая скорость маркировочной машины,

( $V_{\max} = 4–2,8$  м/с);

$B$  – ширина маркировочной линии, м.

Объемная подача сжатого воздуха (м<sup>3</sup>/с)

$$Q_v = Q_k / (\lambda \cdot \rho_v), \quad (2.2)$$

где

$\lambda$  – массовая концентрация краски после смешивания с воздухом,

( $\lambda = 9–10,5$ );  $\rho_v$  – плотность воздуха, кг/м<sup>3</sup>.

Площадь (м<sup>2</sup>) выходного сечения сопла

$$S_m = Q_k / (0,1 \mu \sqrt{20 P / \rho_k}), \quad (2.3)$$

где

$\mu$  – гидравлический коэффициент расхода краски ( $\mu = 0,5–0,7$ , меньшие значения принимают для более вязких красок);  $P$  – давление смеси на входе сопла, Па;  $\rho_k$  – плотность краски, кг/м<sup>3</sup>.

**Лекция № 6 Технологические приспособления и специализированные транспортные средства для очистки дорог от снега. Технологические приспособления и специализированные транспортные средства для разрушения покрытий автомобильных дорог (дорожно-фрезерные машины).**

**Конструкция детали дорожной фрезы и принципы их работ**

**Дорожная фреза** (холодная фреза; англ. *milling machine, cold planer*) – дорожная машина, предназначенная для рыхления и измельчения грунта (в том числе асфальтобетонных покрытий). Используются для фрезерования (удаления) верхнего слоя дорожных покрытий и в некоторых случаях, последующего сбора снятого материала для повторного использования, которые используются при

ремонте автомобильных дорог.

Существующие фрезерные установки для проведения работ в дорожной отрасли, в основном подразделяются по следующим видам выполняемых работ:

- Машины для стабилизации грунта;
- Машины для фрезерования асфальтобетонных и цементобетонных покрытий при ремонтно-восстановительных мероприятиях;
- Машины для нарезки щелей.

Однороторные дорожные фрезы осуществляют технологические операции по рыхлению и измельчению грунта, по способу передвижения их подразделяются на следующие: самоходные, навесные и прицепные. Последним могут быть отнесены и полуприцепные фрезы.

В самоходных дорожных фрезах рабочие органы монтируются на шасси, изготовленных специально для этой цели. Навесные дорожные фрезы устанавливают на серийно выпускаемые тягачи (гусеничные или колесные). Прицепные фрезы работают в прицепе за трактором. У полуприцепных фрез раму устанавливают на седле тяговой машины. Привод рабочего органа прицепных и полуприцепных фрез осуществляется преимущественно от собственной силовой установки; известны также прицепные фрезы с приводом ротора от вала отбора мощности тягача.

Дорожные фрезы состоят из следующих основных элементов: базового шасси; рабочего органа; привода рабочего органа; системы дозирования и распределения жидких вяжущих и воды.

Максимальные транспортные скорости самоходных фрез принимают до 20-25 км/ч, поэтому часто устанавливают рессоры на переднюю управляемую ось. Рессоры должны быть снабжены блокирующим механизмом для выключения их во время работы. В противном случае возникающие при вращении ротора колебания рамы фрезы приведут к образованию переменной толщины обрабатываемого слоя грунта. Задний мост с шинами низкого давления обычно рессорами не оснащаются.

Дорожные фрезы подразделяются на следующие по направлению резания покрытий асфальтобетона (цементобетона, асфальтобетона, бетона, грунта, твёрдых породы и т.д.) с.м (Рис. 1.1.1).

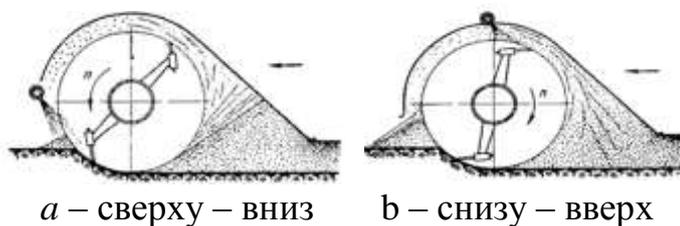
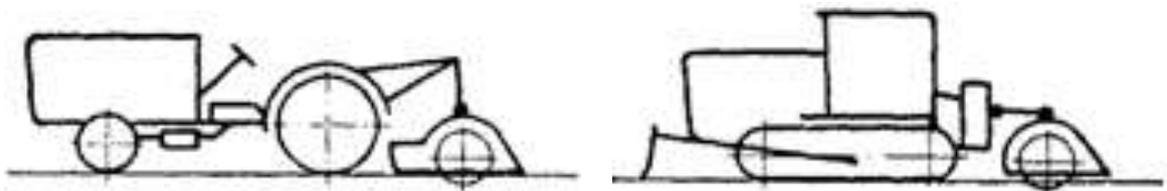


Рис. 1.1.1 Схемы резания.

Базовыми шасси навесных дорожных фрез служат колесные с.м (Рис. 1.1.2 а) (преимущественно) и гусеничные тягачи промышленного исполнения с.м (Рис. 1.1.2 б).

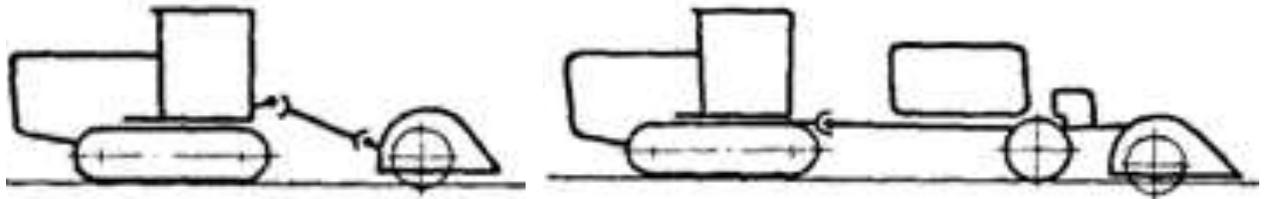


*a* – на колесном шасси

*b* – на гусеничном шасси

Рис. 1.1.2 – Схемы навесных оборудований дорожных фрез

Прицепные дорожные фрезы монтируются на одноосных прицепных тележках (Рис. 1.1.3 а). Если прицепная фреза имеет самостоятельный двигатель, то на раме тележки находится площадка оператора с рычагами управления с.м. (Рис. 1.1.3 б).



*a* – с приводом от вала отбора мощности трактора.

*b* – с приводом от собственного двигателя.

Рис. 1.1.3 – Схемы прицепных дорожных фрез.

К рабочему органу фрезы относят ротор, кожух, раму ротора и гидра систему подъема рабочего органа

## РАСЧЁТ ФРЕЗЫ

В данном проекте рассматривается фрезерный рабочий орган предназначенный для ремонтно- восстановительных работ по снятию дефектного дорожного покрытия с последующим восстановлением сфрезерованного материала на асфальтобетонном заводе.

Проектируемый фрезерный рабочий орган будет установлен на шасси широко распространенного трактора ТТЗ-80, обладающим высокой мобильностью и универсальностью.

Учитывая опыт зарубежных фирм в подобных разработках примем:

- ширина барабана 700мм
- глубина фрезерования 50мм
- частота вращения фрезы 80 об/мин

Проектируемое оборудование состоит из основных узлов:

- 1- фрезерный рабочий орган (эксцентричная фреза)
- 2- рама фрезы
- 3- привода фрезерного рабочего органа
- 4- механизма поддержания глубины фрезерования

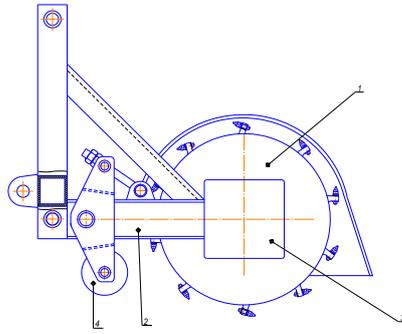


Рис. 1 Общий вид ДФ

Проведенный графический анализ показал, что эксцентричная фреза будет иметь следующие преимущества:

1. Меньшую мощность на привод за счет уменьшения суммарного пути всех зубьев в разрабатываемом массиве.

2. Меньшие габариты и как следствие металлоемкость, так как траектория движения зубьев эксцентричной фрезы вписана в траекторию движения зубьев традиционной фрезы с постоянным радиусом фрезерования.

3. Отфрезерованная эксцентричной фрезой поверхность имеет повышенную шероховатость, что приводит к увеличению сил сцепления свежееукладываемой асфальтобетонной смеси на отфрезерованном участке за счет увеличения площади контакта.

4. Возможность подбора геометрических и кинематических параметров, при которых высота остающихся гребней после фрезерования материала может приближаться к максимальной глубине фрезерования, что приведет к увеличению сдвигоустойчивости слоев асфальтобетона или другого материала, применяемого для восстановления дорожного полотна.

5. Экономия строительных материалов при проведении ремонтных работ за счет того, что эксцентричная фреза вырезает не весь материал на максимальной глубине фрезерования.

### Проектировочные расчеты

#### Исходные данные:

1) Скорость базовой машины (поступательная)  $U = 0,1 м/с$

Максимальная глубина фрезерования  $h_{MAX} = 50 мм = 0,05 м$

2) Расстояние от оси вращения фрезы до дневной поверхности фрезеруемого материала

$$L = \frac{D_{\phi}}{2} - h_{MAX} \quad ,$$

примем  $L = 250 мм = 0,25 м$

Частота вращения фрезы  $n = 80 \text{ об/мин}$

Ширина разрушаемой полосы асфальтобетона  $B = 700 \text{ мм} = 0,7 \text{ м}$

1. Определим радиус расположения зубьев относительно общего геометрического центра:

$$R_{\sigma} = \frac{h_{\max} + L + \sqrt{(h_{\max} + L)^2 - 4 \cdot \frac{225 \cdot g^2}{n^2}}}{2} \quad (1)$$

$$R_{\sigma} = \frac{0,05 + 0,25 + \sqrt{(0,05 + 0,25)^2 - 4 \cdot \frac{225 \cdot 0,1^2}{80^2}}}{2} = 0,29 = 0,3 \text{ м}$$

2. Определим эксцентриситет фрезы:

$$e = \frac{225 \cdot g^2}{R_{\sigma} \cdot n^2} \quad (2)$$

$$e = \frac{225 \cdot 0,1^2}{0,3 \cdot 80^2} = 0,0011 \text{ м}$$

3. Определим максимальный радиус фрезерования:

$$R_{\max} = R_{\sigma} + e \quad (3)$$

$$R_{\max} = 0,3 + 0,0011 = 0,3011 \text{ м}$$

4. Проведем проверку по значению максимальной скорости (очевидно, что они определяются для значения  $R_{\max}$ ):

$$V = \sqrt{\omega^2 \cdot R_i^2 + g^2 + 2\omega \cdot R_i \cdot U \cos \alpha_p}, \text{ где (4)}$$

$\alpha_p = 0$ -углы между поступательной с окружной скоростями, соответствующий максимальному значению абсолютной скорости  $V$

$$\omega = \frac{\pi \cdot n}{30} \quad (5)$$

$$\omega = \frac{3,14 \cdot 80}{30} = 8,37 \text{ с}^{-1}$$

Тогда

$$V = \sqrt{8,37^2 \cdot 0,3^2 + 0,1^2 + 2 \cdot 8,37 \cdot 0,3 \cdot 0,1 \cos 0} = 2,6 \text{ м/с} \quad (6)$$

По условиям источников из Интернета максимальная абсолютная скорость не должна превышать 4 м/с при фрезеровании асфальтобетона, т.е. справедливо условие

$V=V_{\text{предельная}}$

$V_{\text{предельная}}$ - определяется для каждого фрезеруемого материала опытным путем (оптимальный износ зубьев)

Условие  $2,6 \text{ м/с} \leq 4 \text{ м/с}$ - выполнено

## **2. Определим максимальное число зубьев в поперечном сечении фрезы**

### **1 Угол контакта с фрезерующим материалом зуба базовой фрезы**

$$\alpha_R = \arccos\left(1 - \frac{h_{\text{max}}}{R_{\text{max}}}\right) \quad (7)$$

$$\alpha_R = \arccos\left(1 - \frac{0.05}{0.3011}\right) = 33,48^\circ$$

### **4.2 Оптимальное число зубьев в поперечном сечении фрезы при условии фрезерования одним зубом в данном сечении**

$$Z_{\text{пр}} = 360/\alpha_R \quad (8)$$

$$Z_{\text{пр}} = \frac{360}{33,48} = 10,7 \text{ зубьев}$$

Принимаем  $Z_{\text{пр}}=10$  зубьям

### **4.3 Определим угол расположения (равномерно) зубьев в поперечном сечении фрезы**

$$\alpha_T = \frac{360^\circ}{Z_{\text{пр}}} \quad (9)$$

$$\alpha_T = \frac{360^\circ}{10} = 36^\circ$$

**Лекция № 7 Технологические приспособления и специализированные транспортные средства для нагрева покрытий дорог, битумовозы и сортировщики смеси автомобильных дорог.**

### **Машины для заделки трещин и ремонта швов**

При устранении трещин в покрытиях, возникающих в процессе их эксплуатации, используют специальные машины и оборудование. В соответствии с технологией проведения ремонтных работ это оборудование позволяет очищать трещины от грязи, продувать их сжатым воздухом, просушивать, грунтовать стенки и заполнять их мастикой. Окончательной операцией является посыпка обработанной поверхности песком или высевами щебня. По типу ходового оборудования эти машины разделяют на ручные, перемещаемые на тележке, прицепные и самоходные.

По типу ходовые оборудования подразделяются на ручные, перемещаемые

на тележке, прицепные и самоходные машины.

Для разделки трещин применяют ручной механизированный инструмент пневмоломы, пневмомолотки, перфораторы и электромолотки.

Одним из перспективных является способ резки асфальтобетонного покрытия с помощью струи горячих газов. Газоструйный термоинструмент установлен на передвижном оборудовании ДЭ-10, предназначенном для разделки и очистки трещин в асфальтобетонных покрытиях.

**Оборудование ДЭ-10 представляет собой передвижную управляемую вручную тележку, с расположенными на ней термоинструментом и топливным баком.**

Оборудование ДЭ-10 представляет собой ручную передвижную тележку, расположенными на ней термоинструментом и топливным баком.

Сжатый воздух в рабочий орган и топливный бак подается от автономного компрессора, а электрический ток для зажигания горючей смеси в камере сгорания горелки – от автомобильного аккумулятора. Асфальтобетонное покрытие разрезается газовой струей температурой  $1000^{\circ}\text{C}$ , разделка трещин производится струей температурой  $500^{\circ}\text{C}$ , расчистка трещин в асфальтобетонных покрытиях без оплавления кромок – струей температурой  $150^{\circ}\text{C}$ .

#### Технические характеристики передвижного оборудования ДЭ-10

Производительность при обработке на глубину 40 мм, м/ч:

разделка кромок трещин	110
очистка трещин	600
резание асфальтобетона	35
расчистка швов	200
Температура газовой струи, $^{\circ}\text{C}$	140–1000
Эксплуатационная масса,	50

Для заполнения трещин и швов в асфальтобетонных и цементобетонных покрытиях применяют специальные автомобили ЭД-10А, ДС-67 и др. (табл. 6.8).

Для заделки трещин покрытий в качестве автогудранатора используют машину ЭД-10А. Рабочее оборудование установлено на шасси автомобиля ГАЗ-53А и состоит из следующих основных узлов и систем (рис. 6.13): цистерны для битума, двух бункеров для песка, механизма поворота бункера, системы розлива битума, пневмо-, топливо- и гидросистем, специальной кабины, левого и правого боковых, а также заднего ящиков, электрооборудования.

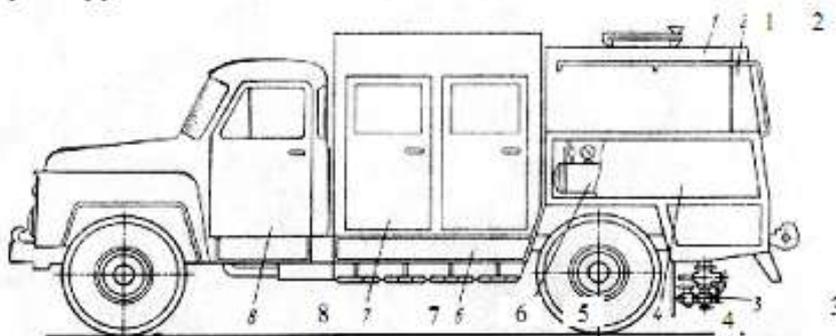


Рис. 6.13. Машина ЭД-10А для заделки трещин и ремонта швов:

- 1 – цистерна; 2 – задняя емкость; 3 – система розлива битума; 4 – боковые емкости; 5 – топливная система; 6 – бункер для песка;  
7 – кабина; 8 – базовое шасси

Цистерна для битума сварная, корпус ее термоизолирован слоем стекловолокна. Наверху цистерны расположен задвижной люк с фильтром, через который ее наполняют битумом, а также осматривают, очищают и ремонтируют внутреннюю поверхность. Цистерна оборудована поплавковым указателем уровня и термометром. Внутри нее проходит жаровая труба для разогрева битума. В левом (по ходу движения) отверстии жаровой трубы устанавливают горелку, правое – закрыто крышкой, которую снимают при очистке трубы от нагара. Перед правым выходом жаровой трубы к ней приварена вытяжная труба (для выхода продуктов сгорания). С левой и правой сторон под специальной кабиной на петлях установлены бункеры для песка, используемого при заделке трещин асфальтобетонного покрытия. Загрузка бункера песком происходит при его повороте на петлях винтовыми механизмами. Система розлива битума состоит: из распределителя, механизма управления им, битумного насоса, промывочного бака, трехходовых битумных кранов промывочного бака, механизма управления промывочными кранами, двух сливных кранов, двух ручных распределителей с кранами и трехходового крана ручных распределителей.

Распределитель квадратного сечения состоит из корпуса, форсунок, штанги с пальцами, трех направляющих пальцев, рычагов. Внутри корпус разделен горизонтальными перегородками, позволяющими битуму циркулировать по распределителю. Битумный насос шестеренного типа имеет привод от гидродвигателя. Система розлива битума, обеспечивает следующие операции: автогудронирование, циркуляцию битума распределителем, ручной розлив, малую циркуляцию битума, промывку системы после автогудронирования и ручного розлива, слив битума из системы.

Пневмосистема состоит из компрессорной установки, пневмолинии с запорным вентилем подачи сжатого воздуха в топливный бак, системы подогрева битума, пневмолинии подачи сжатого воздуха для продувки ручных распределителей, рукава с воздушным наконечником и запорным вентилем для очистки трещин. Компрессорная станция установлена в отделении специальной кабины и состоит из компрессора 0-38Б с ресивером, клиноременной передачи и гидромотора привода компрессора. Давление в системе 0,4 МПа. Топливная система подогрева битума состоит из топливного бака, горелки, установленной в жаровой трубе цистерны, переносной горелки, топливопроводов и регулирующих вентилях. Топливо (керосин) из бака подается к форсункам горелок по топливопроводам путем подачи в бак сжатого воздуха. Привод гидронасоса осуществляется от коробки отбора мощности, установленной на фланце коробки передач двигателя базового шасси.

Дополнительным технологическим оборудованием этой машины, используемым при заделке трещин, является тележка для песка, предназначенная для транспортирования и распределения песка по залитым битумом трещинам. При перемещении тележки вручную вращающийся барабан, который жестко связан с одним из передних колес, обеспечивает высеивание песка из бункера. Норма высеивания регулируется путем поворота заслонки бункера.

Специальная кабина ЭД-10А состоит из двух отделений: в переднем размещается бригада обслуживания, а заднем – гидробак с гидроарматурой и компрессорная установка.

Для упрощения технологии заделки трещин и повышения качества этих работ применяют мастики с твердым наполнителем, которые отличаются повышенной механической прочностью и тепловой устойчивостью, что позволяет в 2–2,5 раза увеличить срок службы покрытий после обработки. Применение мастик с твердым наполнителем не требует использования присыпного материала, что позволяет освободиться от бункера для песка и снизить общую металлоемкость машины.

Таблица 6.8

Технические характеристики машин для заделки трещин и швов

Показатель	ЭД-10А	ЭД-70	ДС-67	ДС-67А	МБ-16	ДС-128
1	2	3	4	5	6	7
Базовое шасси	ГАЗ-53А		УАЗ-452Д		ГАЗ-53А	Т-16М
Тип покрытия	Асфальтобетонное		Цементобетонное			
Производительность, м/ч (м/смену)	90	1044	(700)	(1400)	202	400
	С двумя рукавами		При швах размером 20х200 мм			
Вместимость емкости: для мастики или битума, л	2200	1000	150	300	800	2х230
	0,5	–	–	–	–	–
для песка, м <sup>3</sup>	–	–	40	60	75	–
для грунтовочной смеси, л						
Вместимость, л: бачка заливщика	–	–	25	–	–	4х30
бака промывки	60	2х100	50	–	50	–

1	2	3	4	5	
Тип заливаемого в шов технического материала	Битум	Мастика РБВ	Мастика «Изол» Г-В	Тиоколовая мастика «Гидром»	
Наличие системы перемешивания мастики (битума)	–	Мешалка	–	Мешалка	Винты
Рабочая температура мастики или битума, °С	130–170	180–200	160–180	110–120	–
Компрессор	О-38Б	У43102	60-7А		У43102
Система подогрева мастики или битума	Горелки испарительного типа		Горелка	Электрическая	
Транспортная скорость, км/ч	до 45	50	–	–	60–65
Размеры, мм:					
длина	6150	6300	4510	6136	4000
ширина	2410	2330	2100	2220	1850
высота	2460	2650	2070	2990	2420
Масса, кг	7440	6615	2620	6800	2500

Машина ЭД-10А неудовлетворительно работает с этими мастиками вследствие образования шлака на жаровых трубах и пригорания мастики при разогреве. Кроме того, эти мастики нуждаются в более высокой температуре разогрева, частом подогревании и перемешивании.

Для заливки трещин мастиками с твердым наполнителем используют машину ЭД-70. Рабочее оборудование установлено на шасси автомобиля ГАЗ-53А и состоит из цистерны с мешалкой, дополнительной кабины для перевозки обслуживающего персонала, силовой передачи, системы подогрева. В передней части цистерны расположена заливная горловина с крышкой и сетчатым фильтром. Корпус цистерны сварной (из нескольких слоев): в наружном уложена теплоизоляция из стекловолна; в среднем проходят горячие газы, образующиеся в результате сгорания топлива (керосина) в горелках; внутренний служит для циркуляции теплоносителя. За внутренним слоем расположена емкость для мастики. В заднем днище цистерны установлен битумный насос. Силовая передача обеспечивает механический привод мешалки, битумного насоса и компрессора. Система подогрева состоит из топливного бачка, двух стационарных горелок, ресиверов, рукавов для продувки щелей сжатым воздухом, трубопроводов и компрессора.

Для заполнения швов в цементобетонных покрытиях резинобитумным вяжущим материалом применяют также машину ДС-67. Рабочее оборудование ее состоит из емкости для мастики, грунтовочной смеси (битума) и промывочного раствора (керосина), системы подогрева мастики, рабочего органа, силовой передачи, пневмо- и электросистем, системы управления. Машина оснащена двумя системами подогрева мастики – с помощью выхлопных газов автомобиля и

жидкотопливной горелки. Подогревается мастика в емкости горячими газами через жаровые трубы, а разогревается теплоносителем (маслом) в рабочем органе, называемом горелкой.

Заливщик швов МБ-16 также может быть использован для герметизации швов и трещин в цементобетонных покрытиях. Рабочее оборудование машины состоит из генератора, компрессора, трансформатора, промывочного устройства, устройства для грунтовки швов, битумного котла с мешалкой и насоса. Отличительной особенностью заливщика является электропривод исполнительных органов – компрессора, мешалки котла, битумного насоса и насоса для подачи промывочного раствора.

Для заполнения швов цементобетонных покрытий теколовыми мастиками холодного затвердевания служит машина ДС-128. Она смонтирована на самоходном пневмоколесном шасси и имеет два резервуара для теколовой мастики и отвердителя. Внутри резервуаров установлены винтовые шнеки, при помощи которых мастика и отвердитель подаются в отдельные разливочные емкости. Каждая разливочная емкость выполнена в виде небольшого котла со специальной герметически закрываемой крышкой, смонтирована на четырех колесах и имеет рукоятки для передвижения вдоль шва. В емкость от компрессора с помощью резиновых рукавов подается воздух под давлением.

В нижней части емкости имеется сопло, подача мастики в которое производится через запорный кран. Разливочную емкость устанавливают на шов и вводят в него сопло. Затем открывается запорный кран и мастика под давлением поступает в шов. При этом оператор перемещает емкость вдоль шва.

Заливщик швов ДС-67А предназначен для заливки швов резинобитумной мастикой в цементобетонных покрытиях аэродромов. Машина может работать при температуре окружающего воздуха не ниже 5<sup>0</sup>С.

Две форсунки, работающие на дизельном топливе, обеспечивают разогрев кусковой мастики до температуры 160–180<sup>0</sup>С. Подготовка швов заключается в продувке и грунтовке стенок и дна шва разжиженным битумом.

Заливщик швов смонтирован на автомобиле типа УАЗ (рис. 6.14), который подвергается доработке. Основными узлами заливщика являются: рама, рабочий орган, емкости для мастики, пневматическая и топливная система, система управления, редуктор отбора мощности, гидросистема и электросистема.

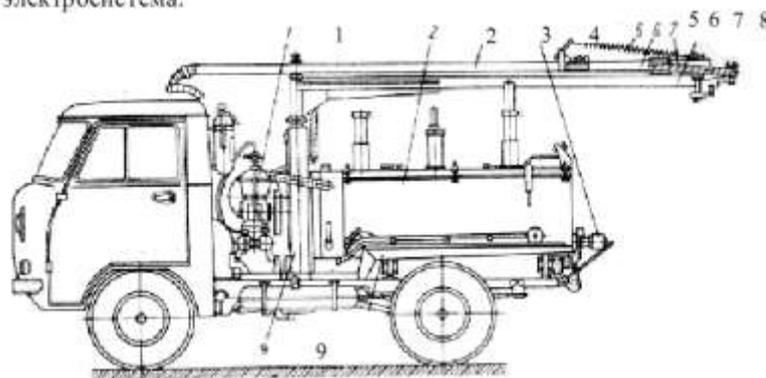


Рис. 6.14. Заливщик швов ДС-67А:

- 1 – компрессор; 2 – емкость для мастики; 3, 6, 8 – балки;  
4 – топливная система; 5 – пружина; 7 – мастикопровод; 9 – стойка

## **транспортные средства для ремонта швов и трещин автомобильных дорог.**

### **Машины для бетонных работ**

Основными машинами для производства бетонных работ являются:

- машины для транспортирования готовых бетонных смесей или компонентов в виде сухих смесей от предприятий - изготовителей до строительных объектов на расстояние не более 20 км;
- машины для транспортирования готовых бетонных смесей на небольшие расстояния к месту укладки внутри строительного объекта;
- машины для уплотнения бетонных смесей в процессе укладки.

В настоящее время для доставки бетонных смесей на строительные объекты широко распространены автобетоносмесители. Внутри строительного объекта наиболее эффективно транспортировать бетонные смеси средствами трубного транспорта с помощью бетононасосов. Уплотнение бетонных смесей в процессе их укладки производится с помощью вибраторов.

Автобетоносмесители применяют для приготовления бетонных смесей как в пути следования от специализированных предприятий по производству отдозированных сухих смесей до строительного объекта, так и непосредственно на строительном объекте, а также для транспортирования готовой качественной бетонной смеси с побуждением ее (подмешиванием) при перевозке. Эти машины представляют собой гравитационные реверсивные бетоносмесители с индивидуальным приводом, установленные на шасси грузовых автомобилей.

Главным параметром автобетоносмесителей является объем готового замеса, измеряется в м<sup>3</sup>.

Бетононасосы и бетонораспределительные манипуляторы. Транспортирование бетонных смесей по трубам на строительных объектах обеспечивает непрерывность перемещения смеси в горизонтальном и вертикальном направлениях, сохраняет качество смеси, сводит ее потери к минимуму, а также позволяет подавать смеси в труднодоступные места и вести бетонные работы в стесненных условиях.

Для обслуживания небольших строительных объектов созданы конструкции автобетоносмесителей с дополнительным оборудованием для подачи бетонной смеси из смесительного барабана к месту ее укладки, включающие бетононасос и бетонораспределительные манипуляторы (БРМ). Главным параметром автобетононасосов является объемная подача смеси (производительность), измеряется в м<sup>3</sup>/ час.

Виброуплотнители. В целях вытеснения содержащегося в бетонной смеси воздуха и более компактного расположения ее составляющих при укладке эту смесь уплотняют с помощью вибраторов, сообщая ее частицам механические колебания. От качества уплотнения зависит прочность и долговечность сооружения или изделия.

В строительстве наибольшее распространение получили электрические и пневматические вибраторы с круговыми колебаниями. Основные параметры вибратора: вынуждающая сила, статический момент дебалансов, дисбалансов

частота и амплитуда колебаний. Окончание вибрирования определяют по внешним признакам процесса уплотнения бетонной смеси: прекращение оседания смеси, появление цементного молока на ее поверхности прекращение выделения воздушных пузырьков.

По способу воздействия на уплотняемую бетонную смесь различают поверхностные, наружные (прикрепляемые к опалубке) и глубинные вибраторы.

#### Укладчики и специальная техника

Укладчики – самоходные дорожные машины, предназначенные для укладки, предварительного уплотнения и выглаживания смеси на полосе дороги или по всей ширине проезжей части.

Укладчики делятся на асфальтоукладчики и бетоноукладчики по виду материала, используемого в покрытиях дорожных одежд автомобильной дороги. Асфальтоукладчики работают с асфальтобетонной смесью (в уплотненном состоянии – асфальтобетон), а бетоноукладчики работают с цементобетонной смесью (в уплотненном состоянии – цементобетон).

Асфальтоукладчики (рис. 2.14 а, б) состоят из самоходного шасси и рабочего оборудования. Они предназначены для приема асфальтобетонной смеси из транспортных средств, распределения её по поверхности основания и предварительного уплотнения. Смеси распределяют слоем заданной толщины с обеспечением поперечного и продольного профилей покрытия.

Для изменения ширины укладываемой полосы предусмотрены уширители шнеков, трамбуемый брус и виброплита. Обычно асфальтоукладчики оборудуются системой автоматического управления, которая обеспечивает контроль и регулирование продольного и поперечного уклонов поверхности устраиваемого покрытия.

Асфальтоукладчики различаются по основным техническим параметрам:

- по ходовому оборудованию (гусеничные, колесные и комбинированные);
- по производительности (т/ч);
- по ширине укладываемой полосы (мм);
- по толщине укладываемого слоя (мм);
- по вместимости приемного бункера (кг).

Машина может работать в условиях умеренного климата при температуре окружающего воздуха не ниже +5°С и обеспечивает укладку покрытия ровного, односкатного и двускатного профиля с шириной укладываемой полосы 3; 3,5; 3,75 м.

Работа асфальтоукладчика осуществляется следующим образом. Асфальтобетонную смесь, подвозимую самосвалом, выгружают в приемный бункер укладчика, не останавливая машину. Загруженная в бункер укладчика смесь подается на основание дороги транспортерами – питателями, расположенными в днище бункера. Количество смеси регулируется заслонками. Равномерное распределение смеси на основание дороги осуществляется шнеком. Размещенный за шнеком трамбуемый брус оборудован отражательным щитом. При движении машины вперед он срезает лишний слой материала и оставляет за собой слой смеси требуемой толщины, частично им уплотненный. Срезанный слой перемещается перед трамбуемым брусом, обеспечивая необходимый запас материала для предупреждения пропусков и уменьшения толщины укладываемого

слоя. Поверхность, уплотненная трамбуемым брусом, выравнивается и разглаживается выглаживающей плитой. Окончательное уплотнение асфальтобетона осуществляется статическими или вибрационными катками, идущими за укладчиком.



Рисунок 2.14 а  
Асфальтоукладчик



Рисунок 2.14 б  
Работа асфальтоукладчика

Бетоноукладчики выполняют основные операции по устройству бетонного покрытия: распределение, уплотнение бетонной смеси и отделку поверхности.

Вспомогательными машинами при устройстве бетонных поверхностей покрытий и оснований являются: бетоноотделочная машина (трубчатый финишер), машина для устройства шероховатости поверхности и розлива пленкообразующих материалов. Обе машины выполнены на самоходных четырехопорных пневмоколесных шасси, на раме которых смонтированы силовые установки, включающие дизели и насосные станции, пульта управления и баки для жидкостей. Машины снабжены автоматической следящей системой управления по курсу.

Бетоноукладчики входят в состав комплектов машин для устройства цементобетонных покрытий. Строительство цементобетонных покрытий выполняется комплектами машин на колесно – рельсовом или гусеничном ходу (рис.2.15).

Колесно - рельсовые машины перемещаются по рельс – формам, которые служат неподвижной опалубкой для бетонной смеси, машины на гусеничном ходу – по укрепленному основанию, формируют слой цементобетонного покрытия между скользящими формами, укрепленными на машинах (машины со скользящими формами).

В состав рельсового комплекта бетоноукладочных машин входят: профилировщик основания, распределитель цементобетонной смеси, бетоноотделочная машина, комплект рельс – форм, платформа, нарезчик швов (рис.2.16), заливщик швов.

Дополнительно в состав комплекта включают: универсальную бетоноотделочную машину, машину для розлива плёнкообразующих материалов, нарезчик швов в свежеложенном бетоне, комплект для заполнения швов тиоколовыми герметиками, автомобильный кран для установки и снятия звеньев рельс - форм.



Рисунок 2.15  
Машина на гусеничном ходу для укладки  
цементобетонного покрытия



Рисунок 2.16  
Нарезчик швов

### Специальная техника

*Автогудронатор* – это дорожная машина на автомобильном шасси или полуприцепе к автотягачу для перевозки (с возможным подогревом в пути) и равномерного розлива под давлением различных органических вяжущих материалов (рис. 2.17). Используется при сооружении и ремонте черных гравийных и щебеночных дорог способами пропитки, полупропитки или поверхностной обработки, а также для приготовления битумоминеральных смесей методом смешения на дороге и для ремонта покрытий с применением битумных материалов.

Различаются по основным техническим характеристикам:

- по типу (самоходный, прицепной, полуприцепной);
- по полезной вместимости цистерны (л);
- по норме розлива (л/м<sup>2</sup>);
- по способу подогрева (стационарный, топливный, дымоход).

*Автобитумовоз* – специализированный вид транспортного средства, предназначенного для перевозки нагретого битума или другого органического вяжущего с температурой до 200°С от мест его производства к потребителю.

Автобитумовоз имеет систему подогрева и циркуляции (рис. 2.18).

*Дорожная фреза* – предназначена для измельчения грунта и перемешивания его с неорганическими (известь, цемент и т.д.) или органическими (жидкие битумы, дегти, эмульсии) вяжущими материалами (рис. 2.19 а,б). Фреза работает в комплекте с распределителем цемента, автобитумовозом и поливомоечной машиной.

Различаются по основным техническим характеристикам:

- по типу (самоходная, навесная и др.);
- по мощности и типу двигателя;
- по производительности (м<sup>3</sup>/ч);
- по ширине и глубине обрабатываемой полосы (мм).



Рисунок 2.17 Автогудронатор



Рисунок 2.18 Автобитумовоз



Рисунок 2.19 а  
Фреза дорожная



Рисунок 2.19 б  
Рабочий орган фрезы

Установка грунтосмесительной машины

Установка грунтосмесительная предназначена для приготовления? цементогрунтовых и битумогрунтовых смесей из малосвязных грунтов. Обеспечивает размельчение грунта, внесение в грунт жидкого или порошкообразного вяжущего и перемешивание компонентов за один проход по слою грунта на ширину захвата машины.

Установка рассчитана на дозирование компонентов смеси, смешивание и выдачу смеси в автотранспортные средства.

Различаются по основным техническим характеристикам:

- по типу (самоходная, прицепная, полуприцепная);
- по производительности (м/ч);
- по ширине и толщине обрабатываемой полосы (м).
- по скорости движения.

Поливомоечные машины предназначены для разбрызгивания воды по поверхности покрытия, для устройства и уплотнения слоёв, для обеспечения ухода за уложенным слоем, для обеспыливания поверхности в процессе производства работ.

Профилировщик – предназначен для профилирования земного полотна и насыпных уплотненных оснований, для распределения и погрузки в транспортные средства или отсыпки в отвал дорожно – строительных материалов.

Различаются по основным техническим характеристикам:

- по типу (самоходный, прицепной, полуприцепной);
- по производительности (м/ч);

- по ширине и толщине обрабатываемой полосы и слоя (м).
- по скорости движения.

#### Грунтоуплотняющие машины

Уплотнение дорожно – строительных материалов является не только составной частью технологического процесса строительства элементов автомобильной дороги, но и фактически главной операцией по обеспечению их прочности, устойчивости и долговечности.

Целью уплотнения является получение плотной и прочной структуры грунта, способной в дальнейшем противостоять внешним воздействиям, которые будут иметь место во время службы инженерных сооружений.

По принципу воздействия на грунт различают машины статического действия (укатка) и динамического (трамбовка и вибрация). Применяют также комбинированные методы уплотнения: виброукатка, вибротрамбование и сочетание укатки с трамбовкой.

Рабочими органами машин служат вальцы или колёса, которые перекатываются по уплотняемой поверхности [9].

К числу наиболее распространенных уплотняющих средств относятся дорожные катки, которые необходимы в дорожном, аэродромном, гидротехническом, промышленном и гражданском строительстве, а также при ремонте и реконструкции объектов для послойного уплотнения строительных материалов, используемых в строительстве.

Из большого разнообразия подлежащих уплотнению катками материалов и специфических условий работ вытекает необходимость применения катков различного назначения, типов и типоразмеров с различными видами рабочих органов (с гладкими, кулачковыми и решетчатыми металлическими вальцами и катков на пневмоколесах).

**Укатка** — это наиболее эффективный и распространенный метод уплотнения грунтов, для которого применяют катки на пневматических шинах, с гладкими жесткими вальцами, кулачковые и решетчатые.

Наибольшее распространение в дорожном строительстве получили катки на пневматических шинах. Рабочим органом таких катков является пневматическая шина.

При трамбовании трамбовке грунт уплотняется за счет энергии падающей трамбующей плиты (трамбовки).

Виброуплотнение относят к наиболее эффективным методам уплотнения несвязных грунтов. В дорожном строительстве применяют поверхностные вибраторы, вибромашины и виброкатки.

Грунтоуплотняющие машины в зависимости от способа их перемещения бывают прицепные и самоходные, а также в виде навесного оборудования к базовым машинам.

Прицепные катки относятся к простым и надежным уплотняющим средствам и работают в сцепе с базовым тягачом. Уплотняющий эффект при их применении достигается за счет перекатывания пригруженного балластом рабочего органа (вальца) по поверхности грунта.

Самоходные катки обладают более высокой маневренностью и мобильностью. Для выполнения уплотнения этими машинами не требуются широкие площади, поэтому они широко применяются при строительстве

дорожных насыпей, дамб и плотин.

Катки являются многопроходными машинами, т. е. уплотнение грунта достигается за счет многократных проходов катком по одному следу.

Катки различают по массе, числу вальцов и взаимному их расположению. Самоходные катки делят на следующие группы (табл. 2.3).

Таблица 2.3 Техническая характеристика катков по группам

Вид	Параметры	
	масса, т	контактная нагрузка, кН/м
Тротуарные и ремонтные	0,5...2,0	10...20
Легкие	3...5	20...40
Средние	6...9	40...60
Тяжелые	10...16	60...80
Сверхтяжелые	17...25	80...120

Катки с гладкими жесткими вальцами могут уплотнять грунт слоями толщиной 15 – 20 см в плотном теле. Катки с гладкими вальцами эффективно применять для уплотнения несвязных и малосвязных грунтов (рис. 2.8).

Катки на пневматических шинах (рис. 2.9) применяют для окончательного уплотнения, а также для уплотнения оснований и покрытий дорожной одежды. Пнемоколесные катки хорошо уплотняют связные и несвязные грунты.

Они дают лучшее качество уплотнения, наибольшую производительность и наименьшую стоимость.

При устройстве насыпей из комковатых грунтов или грунтов со смерзшимися комьями (в зимнее время) для их дробления в процессе уплотнения следует применять кулачковые и решетчатые катки с последующим завершением процесса уплотнения тяжелыми пневмоколесными катками.

Кулачковые катки (рис. 2.10) создают большую удельную нагрузку на грунт и за счет внедрения в его массив кулачков большую, чем пневмокатки, глубину проработки слоя грунта. Поэтому их рекомендуется использовать при послойном уплотнении тяжелых связных грунтов. Особенность работы этих катков заключается в том, что они уплотняют грунт, расположенный ниже уровня заглубления кулачков, верхнюю же часть слоя, находящуюся выше этого уровня, разрыхляют. Уплотнение этой части слоя, толщина которой обычно не превышает 5...6 см, достигается после отсыпки и укатки следующего слоя.

Барабаны кулачковых катков изготавливают полыми для возможности их загрузки балластом.



Рисунок 2.8

Каток с гладкими вальцами



Рисунок 2.9

Каток на пневматических шинах



Рисунок 2.10

Кулачковый каток



Рисунок 2.11

Комбинированный каток

Решетчатые катки особенно эффективны при уплотнении комковатых грунтов, гравелистых, а также содержащих мерзлые комья. Вальцы этих катков сделаны из сварной или литой решетки с квадратными ячейками  $15 \times 15$  или  $20 \times 20$  см. Решетчатые катки, также как кулачковые, рационально применять в комплекте с катками на пневматических шинах.

Основными параметрами, характеризующими вибрационные машины, являются их масса, возмущающая сила, частота колебаний и размеры рабочего органа - вальца или плиты.

**Вибрирование** – это уплотнение грунтов при взаимном перемещении частиц, в результате колебательных движений, сообщаемых вибратором. В процессе взаимных перемещений частицы постепенно занимают все более устойчивое положение, чем обеспечивается повышение плотности грунта. Уплотнению вибрированием хорошо поддаются несвязные и малосвязные грунты. Суглинки и глины, характеризующиеся преобладанием мягких частиц и хорошим сцеплением, уплотняются вибрированием неэффективно.

Наибольшее применение в дорожном строительстве получили прицепные вибрационные катки. Рабочим органом виброкатки является жесткий валец, сообщающий грунту колебательные движения и одновременно воздействующий на него своей массой. Значительно реже для уплотнения грунта используют виброплиты.

По сравнению со статической укаткой, виброукатка при одинаковой массе катка обеспечивает в 2...3 раза большую глубину проработки несвязного грунта за меньшее число проходов. Поэтому катки вибрационного действия целесообразно применять при уплотнении несвязных грунтов, отсыпаемых слоем толщиной до 0,6...0,8 м, когда требуется высокая производительность укатки. Однако, при этом следует иметь в виду, что по сравнению со статическим катком, виброкаток имеет более сложную конструкцию, стоимость его машиностроения значительно выше, а ресурс машины меньше.

Самоходные виброкатки оснащаются гладким, кулачковым, а также решетчатым вибровальцом. Область их применения с тем или иным видом рабочего органа аналогична области применения катков прицепных.

В последние годы виброуплотнение получает все большее распространение, увеличивается разнообразие машин, особенно перспективными считают самоходные вибрационные катки комбинированного действия (рис. 2.11). Виброкатками массой 4...5 т уплотняют грунт слоями 40...50 см, катками большей массы - слои толщиной 60...80 см. Количество проходов по одному следу при оптимальной влажности грунта составляет четыре - пять.

Трамбующие машины. Уплотнение грунта этими машинами осуществляется за счет ударного воздействия свободно падающей плиты или груза.

Трамбование трамбовка является эффективным универсальным способом уплотнения, пригодным для любого вида грунтов. Важным преимуществом трамбовки трамбования является возможность уплотнять грунт слоями большей толщины, чем при применении других способов уплотнения, и в стесненных условиях.

Наиболее простым устройством для уплотнения грунтов трамбовкой трамбованием является трамбующая плита, подвешенная к стреле экскаватора или крана. Масса плит от 2...3 до 12...15 т, высота подъема и сбрасывания плиты в начале 2 м, затем 5...6 м. Толщина уплотняемого слоя равна ширине плиты. Количество ударов два - три. Уплотнение верхнего слоя производят катками или сбрасыванием плиты с высоты 0,5 м.

Наряду с трамбующими плитами для уплотнения грунта трамбованием могут быть использованы трамбующие машины со свободнопадающими плитами на базе гусеничных тракторов, дизель - трамбовочные машины, рабочими органами которых служат дизель - трамбовки и др.

Трамбующие машины со свободнопадающими плитами следует применять при сосредоточенных работах на уплотнении тяжелых связных грунтов (подъезды к мостам, места вблизи упорных стен и других инженерных сооружений, а также ответственные насыпи и дамбы). Трамбующие машины обеспечивают проработку тяжелого суглинистого грунта, отсыпаемого слоями толщиной до 0,8... 1,2 м и более.

Трамбующая машина представляет собой навесное оборудование к гусеничному трактору.

Электротрамбовки широко используются для механизации уплотнения грунта в стесненных местах (в пазухах фундаментов, вокруг колонн и опор, при

устройстве грунтовых подсыпок под полы зданий, засыпке траншей при прокладке и ремонте подземных коммуникаций и др.).

Конкретные условия строительства земляного сооружения (разновидность и способ отсыпки грунта, размеры, тип сооружения и требования к нему, а также темпы, сроки, время года и погодные условия) определяют рациональный выбор уплотняющих средств [1, 5, 7, 9].

### ***Катки самоходные***

При сооружении и ремонте асфальтобетонных покрытий все слои должны уплотняться. Основными машинами для уплотнения являются катки. Катки бывают самоходные, полуприцепные и прицепные. По удельному линейному давлению самоходные катки разделяют: на легкие – с линейным давлением 400 Н/м (массой до 5 т, мощностью до 25 кВт), средние – с линейным давлением 300–600 Н/м (массой 6–10 т, мощностью 25–35 кВт), тяжелые – с линейным давлением 600 Н/м и более (массой 10 т, мощностью 35 кВт); по типу трансмиссии (механическая, гидромеханическая, гидрообъемная).

Крутящий момент от двигателя через компенсационную муфту передается на гидротрансформатор коробки передач. Реверс осуществляется с помощью многодисковой фрикционной муфты. Далее крутящий момент через карданный вал передается на пару конических и цилиндрических шестерен и дифференциал. Полуоси редуктора заканчиваются малыми шестернями бортовой передачи. Большие шестерни закреплены на ведущих вальцах. Двигатель, коробка передач, редуктор и другие узлы смонтированы на раме катка.

### ***Каток ДУ-49А.***

На рис. 6.21 показан общий вид катка ДУ-49А. Основными узлами катка являются рама, двигатель, коробка передач, рычаги управления, редуктор, передние и задние вальцы, топливная и гидравлическая системы. Задний валец – ведущий, два передних – ведомые. Вальцы заполняются балластом. Ведущий валец показан на рис. 6.22. На одной из ступиц вальца закреплена бортовая шестерня, находящаяся в зацеплении с цилиндрической шестерней редуктора. Валец вращается на конических подшипниках, установленных на оси, которая закреплена в опорах, установленных на раме катка.

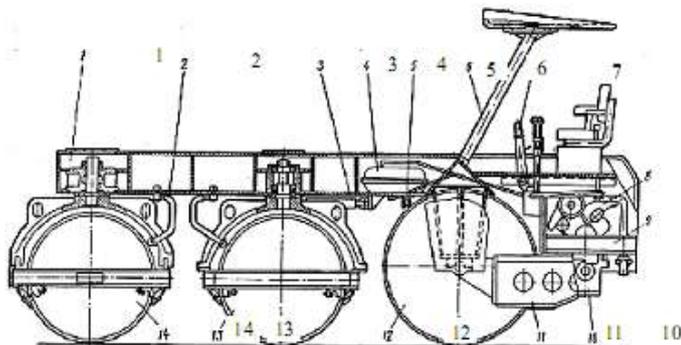


Рис. 6.21. Общий вид катка ДУ-49А:

- 1 – рама; 2 – устройство для очистки и смачивания вальцов;
- 3 – гидроцилиндр; 4 – топливный бак; 5 – кнопка; 6 – тент;
- 7 – рычаг управления катком; 8 – двигатель;

9 – подмоторная рама; 10 – коробка передач; 11 – редуктор;  
12, 13, 14 – задний, средний и дополнительный вальцы

### **Тяговый расчет катков**

При движении вальцов катка на поверхности уплотняемого материала в зоне его контакта с вальцами развиваются напряжения, максимальная величина которых может быть приближенно определена /4/ по формуле

$$\sigma = \sqrt{q \frac{E_0}{R}}, \quad (6.19)$$

где

$q$  – удельное линейное давление, Н/м;

$E_0$  – модуль деформации материала, Па;

$R$  – радиус вальца, м.

Модуль деформации можно принимать в начале уплотнения  $5 \cdot 10^5$ – $10 \cdot 10^5$  Па, в конце уплотнения  $50 \cdot 10^5$ – $80 \cdot 10^5$  Па.

В соответствии с ГОСТ 9128–76 предел прочности при сжатии горячего асфальтобетона в зависимости от его марки и типа должен быть не менее  $16 \cdot 10^5$ – $24 \cdot 10^5$  Па при температуре  $20^\circ\text{C}$ ;  $8 \cdot 10^5$ – $14 \cdot 10^5$  Па при температуре  $50^\circ\text{C}$  и не более  $120 \cdot 10^5$  Па при температуре  $0^\circ\text{C}$ .

**Тяговый расчет катка** проводят для установления соответствия развиваемого тягового усилия в рабочем и транспортном режимах возникающим сопротивлениям.

**Сила тяги**  $T$  должна быть больше или равна сумме всех сопротивлений, возникающих при движении катка, при укатке  $W_y$  и транспортировке своим ходом  $W_T$ :

$$T \geq W_y; T \geq W_T;$$

$$W_y = W_1 + W_2 + W_3; \quad W_T = W_2 + W_3 + W_4, \quad (6.20)$$

где

$W_1$  – сопротивление перекатыванию при уплотнении асфальтобетонных смесей гладкими вальцами, Н;

$W_2$  – сопротивление от сил инерции при сдвиге с места, Н;

$W_3$  – дополнительные сопротивления, возникающие при движении катка на криволинейных участках, Н;

$W_4$  – сопротивление перекатыванию катка по покрытию с учетом преодоления уклонов, Н.

Сопротивление  $W_1$  (Н) перекатыванию при уплотнении зависит от типа катка и свойств уплотняемого материала. Для гладких вальцов при уплотнении асфальтобетонных смесей

$$W_1 = \frac{hB_B}{3} \left( 1 - \frac{\rho_1}{\rho_2} \right) (2\rho_1 + \rho_2), \quad (6.21)$$

где

$h$  – толщина уплотняемого слоя, м;

$B_B$  – ширина вальца, м;

$\rho_1, \rho_2$  – плотность смеси в начале и конце уплотнения,  $\text{кг/м}^3$

$p_1, p_2$  – давление в начале и конце уплотнения, Па.

**Сопротивление от сил инерции при сдвиге с места**

$$W_2 = m \frac{V}{gt} X, \quad (6.22)$$

где

$m$  – вес катка, Н;

$V$  – скорость движения катка, м/с;

$t$  – время разгона; ( $t = 2-2,5$ ) с;

$X$  – коэффициент, учитывающий инерцию вращающихся масс трансмиссии, двигателя и валцов катка, ( $X = 1,1-1,15$ );

$g$  – ускорение свободного падения, м/с<sup>2</sup>

**Величина  $W_3$  находится по формуле:**

$$W_3 = K_1 G_1,$$

где

$K_1$  – коэффициент сопротивления, при движении по рыхлому щебню  $K_1 = 0,3$ ; при движении по плотной поверхности  $K_1 = 0,2$ ;

$G_1$  – сила тяжести катка, приходящаяся на направляющие валцы, Н.

**Сопротивление перекатыванию катка по укатанному покрытию**

$$W_4 = G(f + i), \quad (6.23)$$

где

$G$  – сила тяжести катка, Н;

$f$  – коэффициент сопротивления перекатыванию (см. табл. 6.10);

$i$  – уклон, (принимаемый для дорожных покрытий  $i = 0,05-0,08$ ; для аэродромных  $i = 0,005-0,030$ );

**Необходимо проверить возможность реализации силы тяги по условиям сцепления:**

$$T \leq G_{сц} \phi_{сц}, \quad (6.24)$$

где

$G_{сц}$  – сцепная сила тяжести катка, приходящаяся на ведущие валцы, Н;

$\phi_{сц}$  – коэффициент сцепления, ( $\phi_{сц} = 0,5-0,6$ ).

Таблица 6.10

Коэффициент сопротивления перекатыванию катка  $f$

Уплотняемый материал	$f$
Рыхлый щебень	0,15–0,2
Плотный щебень	0,06–0,08
Асфальтобетон (первый проход)	0,12–0,15
Асфальтобетон (последний проход)	0,05–0,06
Хорошее асфальтобетонное покрытие	0,045
Булыжная мостовая	0,070

**Техническая производительность ( $m^2/ч$ ) самоходных катков может быть найдена по формуле**

$$P = 1000(B-a)V_{cp}/n, \quad (6.25)$$

где

$B$  – ширина укатываемой полосы, м;

$a$  – величина перекрытия следа предыдущего прохода, ( $a = 0,20-0,25$  м);

$V_{cp}$  – средняя скорость движения катка, км/ч;

$n$  – необходимое число проходов катка; при уплотнении асфальтобетона ( $n = 25-30$ ), при уплотнении щебеночных оснований и покрытий ( $n = 40-60$ ).

**Средняя скорость катка**

$$V_{cp} = L/(t_{дв} + t_{рев}), \quad (6.26)$$

где

$L$  – длина укатываемой полосы, м;

$t_{дв}$  – среднее время движения за один проход, с;

$t_{рев}$  – время реверсирования, ( $t_{рев} = 1-2$ ) с.

**Необходимая мощность двигателя, кВт**

$$N = 277TV/\eta, \quad (6.27)$$

где

$T$  – сила тяги на обода ведущих валцов катка, Н;

$V$  – скорость движения катка, км/ч;

$\eta$  – КПД трансмиссии от двигателя к ведущим валцам, ( $\eta = 0,65-0,85$ ).

## **Лекция № 9 Технологические приспособления и специализированные транспортные средства для погрузочно – разгрузочных работ и транспортировка.**

### **Классификация грузоподъёмных машин**

Грузоподъёмные машины можно классифицировать:

- по характеру привода исполнительных механизмов на: ручные, и с машинным приводом;
- по основному базовому виду на: наземные, плавучие, канатно-подвесные и воздушные;
- по степени насыщения механизмами на: простые и развитые; к простым относятся домкраты, лебедки и тали, к развитым - краны и погрузчики циклического действия.

По типу несущей конструкции краны подразделяются на пролетные и стреловые.

К кранам пролетного типа относятся: мостовые, козловые, мостокабельные, кабельные и др.

Краны стрелового типа бывают с поворотной платформой и без поворотной платформы. К ним относятся: башенные, порталные и специальные. По степени подвижности краны стрелового типа могут быть самоходные передвижные, стационарные и прицепные.

Структура классификации транспортного перегрузочного оборудования показана на рисунке 1.

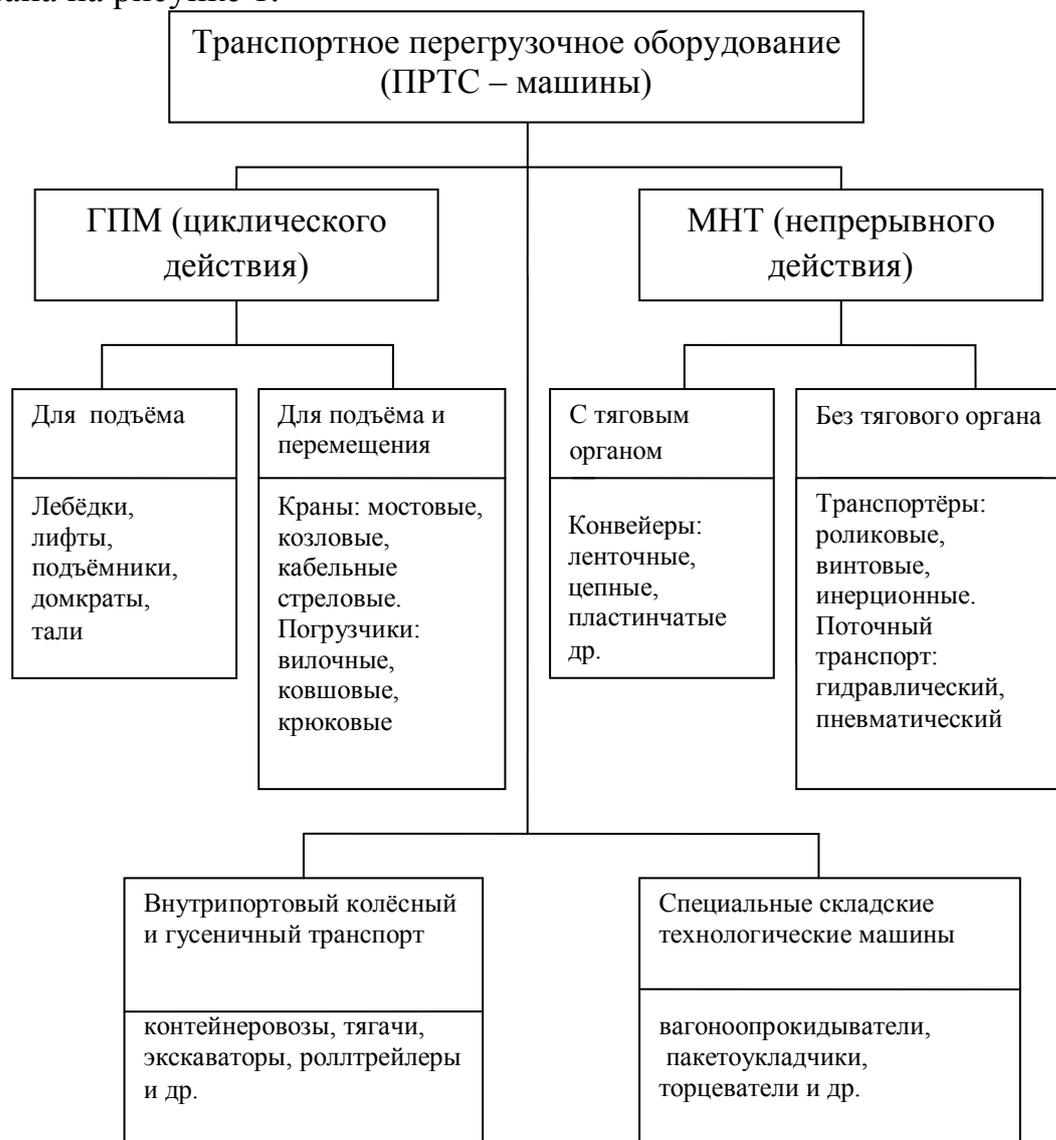


Рисунок 1 – Классификация погрузо-разгрузочных и транспортно-складских машин

**Грузоподъемные машины** – это машины циклического действия, предназначенные для подъема и перемещения грузов на небольшие расстояния в пределах определенной площади промышленного предприятия.

Грузоподъемные машины весьма разнообразны по назначению принципам действия и конструктивному исполнению.

По назначению грузоподъемные машины условно разделяют на общего и специального назначения.

Машины общего назначения более универсальны. Их используют в производственных условиях для выполнения только подъемно-транспортных

операций.

Специальные грузоподъемные машины используют для подъема и перемещения определенных видов грузов либо для выполнения подъемно-транспортных операций при специальных технологических процессах.

По конструктивному исполнению грузоподъемные машины классифицируют на подъемные механизмы, подъемники, грузоподъемные краны, погрузчики и манипуляторы.

В зависимости от назначения подъемно-транспортные машины подразделяются на грузоподъемные, транспортирующие и погрузочно-разгрузочные.

*Грузоподъемные машины* предназначены для перемещения штучных грузов по вертикали и/или горизонтали. Перемещение в различных направлениях осуществляется за счет одновременной работы нескольких механизмов, каждый из которых сообщает грузу движение только в одном направлении (вверх/вниз, вправо/влево, вперед/назад). Грузоподъемные машины - это машины циклического действия, у которых режим подъема и/или перемещения груза обязательно чередуется с режимом холостого хода, паузами на загрузку/выгрузку и периодами простоя. К этому типу подъемно-транспортных машин относятся грузовые краны, пассажирские подъемники, кран-балки, лебедки и тали.

*Транспортирующие машины* предназначены для перемещения больших объемов штучных или насыпных грузов по неизменной траектории. Перемещение груза осуществляется с помощью бесконечных транспортирующих элементов, таких как соединенные в кольцо ленты, цепи, троса, архимедовы винты. Транспортирующие машины - машины непрерывного действия, способные работать без остановки в течение продолжительного времени. Паузы в работе таких машин нужны только для обслуживания и ремонта. К этому типу машин относятся конвейеры, классифицируемые по типу транспортирующего органа на ленточные, скребковые, ковшовые, пластинчатые, винтовые, пневматические.

*Погрузочно-разгрузочные машины* предназначены для перевалки штучных и насыпных материалов из транспортных средств к местам хранения и использования, и наоборот. Перемещение груза между местами погрузки и выгрузки осуществляется по произвольной траектории, как правило, самоходными механизмами со

специальными грузозахватными органами - ковшами, вилами, траверсами и т.д. Погрузочно-разгрузочные машины - это машины циклического действия, чередующие режимы загрузки, движения с грузом, выгрузки и холостого хода. К этому типу машин относятся самоходные ковшовые и вилочные погрузчики. В силу особенностей рабочего органа ковшовые погрузчики часто используются на земляных работах, поэтому иногда их одновременно относят и к землеройным машинам.

*Грузоподъемные краны* – это одни из наиболее распространенных средств механизации погрузочно-разгрузочных работ на любых производствах.

Грузоподъемные краны, обеспечивающие подъем груза, перемещение его на незначительное расстояние и опускание с помощью грузозахватного устройства.

Грузоподъемные краны классифицируют по:

- конструктивному исполнению;
- конструкции грузозахватного устройства;
- виду перемещения;
- конструкции ходового устройства;
- по виду привода механизмов;
- степени поворота;
- способу опоры опирания.

По конструктивному исполнению грузоподъемные краны разделяют на:

- краны мостового типа – мостовые, козловые и мостовые перегружатели; кабельные и мостокабельные; краны штабеллеры; краны стрелового типа;
- самоходные краны (гусеничные, железнодорожные, пневмоколесные, плавучие, шагающие).

По конструкции грузозахватного устройства краны разделяют на:

- крюковые – предназначенные для работы с различными штучными грузами;
- грейферные – для работы с сыпучими материалами;
- магнитные – для транспортировки стальных и чугунных грузов;
- клешевые – для ящиков, бочек, мешков и т.д.;
- траверсные – оборудованные, например, вакуумными захватами;
- автоматические захваты (спредеры) – для транспортирования контейнеров.

По виду перемещения: стационарные и передвижные.

По конструкции ходового устройства: рельсовые, пневмоколесные, гусеничные, канатные, шагающие, плавучие.

По виду привода механизмов краны бывают ручными, электрическими, гидравлическими, пневматическими, с приводом от двигателя внутреннего сгорания, паровым и комбинированным.

По способу поворота стрелы краны разделяют на полноповоротные, неполноповоротные и неповоротные.

По способу опоры опирания на крановый путь краны бывают опорные и подвесные.

При производстве дорожно-строительных работ используют самоходные краны. Эти краны классифицируют по грузоподъемности, конструкции ходового устройства, типу привода, виду стреловых устройств.

Грузоподъемность стреловых кранов в основном зависит от вылета стрелы с учетом устойчивости крана от опрокидывания и прочности его элементов.

По конструкции ходового устройства эти краны разделяют на гусеничные, автомобильные, пневмоколесные и с рельсово-колесным ходом.

По типу привода самоходные краны бывают - механическим, электрическим, гидравлическим или смешанным приводами.

На самоходных кранах устанавливают следующие стреловые устройства:

не выдвигное (решетчатая стрела, секции которой жестко соединены одна другой); выдвигное (стрела с одной или несколькими выдвигными секциями для изменения её длины).

Самоходный кран состоит из неповоротной и поворотной частей.

### **Одноковшовые погрузчики**

Одноковшовые погрузчики находят широкое применение в строительном производстве, в том числе при добыче и переработке каменных материалов, обеспечивая погрузку в транспортные средства сыпучих и кусковых грунтов, а

также других строительных материалов (рис. 2.20). На погрузочно – разгрузочных работах колесные погрузчики в 2 – 3 раза производительнее, чем одноковшовые экскаваторы той же массы, поэтому эффективны при работе на складах готовой продукции щебеночных заводов.

Одноковшовые колесные погрузчики базируются на самоходных двухосных шасси, обеспечивают разгрузку ковша вперед (отсюда название фронтальные погрузчики) на любой отметке в пределах заданной высоты.



Рисунок Фронтальный погрузчик

### ***Погрузочно-разгрузочные машины***

Погрузочно-разгрузочные машины в строительстве применяют для погрузки штучных и сыпучих грузов, разгрузки их с транспортных средств, а также для перемещения и складирования в пределах строительной площадки. Они представляют собой преимущественно самоходные колесные или гусеничные подъемно-транспортные машины.

По принципу выполнения рабочих операций погрузочно-разгрузочные машины делят на машины цикличного и непрерывного действия. Первые являются универсальными и могут применяться в различных условиях благодаря наличию многих видов рабочего оборудования; вторые применяют на объектах с большим объемом работ по погрузке, перемещению и разгрузке сыпучих строительных материалов, а также там, где рабочий процесс должен быть непрерывным.

В зависимости от назначения погрузочно-разгрузочные машины разделяют на погрузчики для штучных грузов — автопогрузчики и для сыпучих грузов — одно – и многоковшовые погрузчики.

Для разгрузки материалов с железнодорожного подвижного состава используют разгрузчики узкоспециального назначения различных конструкций, например, со скребковым, бурофрезерным, всасывающим рабочими органами. Автопогрузчики. Основным видом рабочего оборудования автопогрузчиков является вилочный захват, который подводят под груз или штабель из отдельных

мелких грузов, установленный на подставках. С помощью вилочных погрузчиков перегружают и транспортируют штучные железобетонные изделия, поддоны с кирпичом, оборудование, длинномерные пиломатериалы, профильный металл.

Вилочные автопогрузчики изготавливают на базе автомобильных узлов (мостов, коробок передач, рулевого управления, тормозных устройств и др.) с двигателями внутреннего сгорания или с электродвигателями, работающими от аккумулятора. Все агрегаты (рис. 2.29, а) монтируются на ходовой раме, которая опирается на передний 12 и задний 11 мосты погрузчика. В отличие от обычного автомобиля у вилочных погрузчиков двигатель и управляемые колеса располагаются сзади, а ведущий мост со сдвоенными пневмоколесами — спереди. Это обусловлено тем, что передняя часть погрузчика воспринимает нагрузку от рабочего оборудования и груза. Ходовое оборудование погрузчиков приспособлено для работы на площадках с твердым покрытием.

Заднее расположение управляемых колес создает погрузчику хорошую маневренность.

Подъемная часть погрузчика — грузоподъемник (рис. 2.29, б) состоит из шарнирно укрепленной на раме погрузчика основной вертикальной рамы 2, выдвигной внутренней рамы 4 и грузовой каретки 8 с вилочным захватом 5.

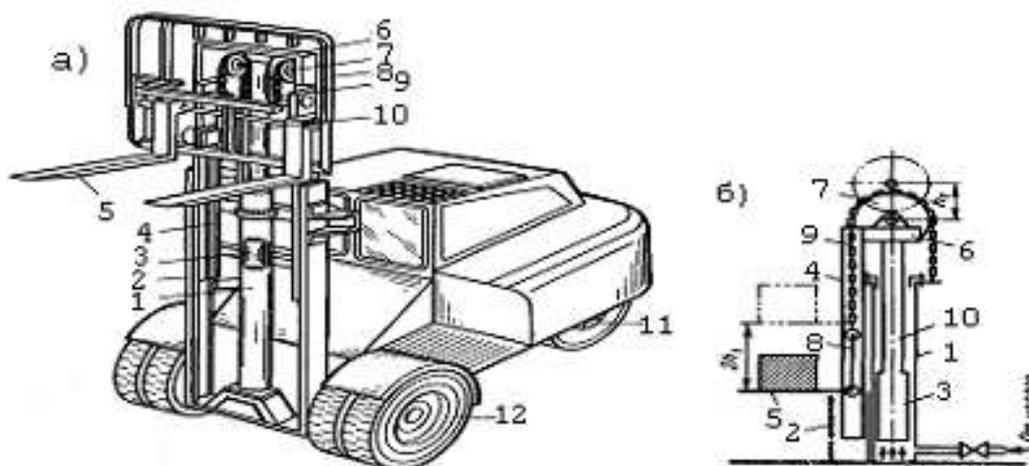


Рис. 2.29. Вилочный автопогрузчик: а) — общий вид; б) — кинематическая схема: 1— гидроцилиндр; 2 — рама; 3—поршень; 4— внутренняя рама; 5—вилочный захват; 6—подвижная рама; 7 — звездочка; 8 — грузовая каретка; 9 — цепь; 10 — шток; 11, 12 — передний и задний мосты

Для надежного захвата груза основная рама подъемника может отклоняться вперед от вертикальной плоскости на угол  $3...4^\circ$

, а для обеспечения устойчивости в транспортном положении — на  $12...15^\circ$  назад, что осуществляется с помощью двух гидравлических цилиндров. Выдвижная рама перемещается

по направляющим основной рамы гидравлическим цилиндром 1. Корпус гидроцилиндра опирается на нижнюю поперечину основной рамы, а поршень 3 и шток 10 шарнирно связаны с верхней балкой выдвижной рамы 6. Одновременно по направляющим рамы перемещается грузовая каретка с помощью обратного цепного полиспаста. Последний образован двумя пластинчатыми цепями 9, перекинутыми через звездочки 7, установленными на верхней балке подвижной рамы 6. Концы цепей закреплены на основной раме и на грузовой

каретке. Благодаря этому грузовая каретка движется с удвоенной скоростью и проходит путь в два раза больший, чем ход выдвижения штока гидроцилиндра.

Поступательное движение штоков гидроцилиндров рабочего оборудования вилочного автопогрузчика создается давлением жидкости насосов, приводимых во вращение двигателем автопогрузчика. Для уменьшения усилий управления в систему управляемых колес подключен специальный гидроусилитель рулевого управления. Для привода гидроусилителя рулевого управления установлен насос. Управление гидроусилителем заблокировано с рулевой колонкой и осуществляется автоматически.

Вилочные погрузчики выпускаются грузоподъемностью 3...5 т с высотой подъема груза до 6 м и скоростью перемещения с грузом до 20 и без груза до 40 км/ч. Автопогрузчики оборудуются различными съемными видами рабочего оборудования — грейфером (охватом) для бревен, ковшом для сыпучих грузов, крановой стрелой и другими приспособлениями, расширяющими область их применения. Так, для работы с длинномерными грузами, с которыми обычный погрузчик не приспособлен работать, применяют автопогрузчики с боковым расположением грузоподъемника. Грузоподъемник поворачивается относительно продольной оси, а длинномерный груз вилочным захватом укладывается на боковые кронштейны вдоль машины и в таком положении транспортируется в узких проходах складов.

Многоковшовые погрузчики. Они относятся к машинам непрерывного действия. Их применяют для погрузки в транспортные средства сыпучих и мелкокусковых материалов (песка, гравия, щебня, шлака, сколотого льда и снега), а также для засыпки траншей грунтом. Многоковшовые погрузчики монтируют на самоходном гусеничном или пневмоколесном шасси, в конструкции которого используются детали и узлы тракторов и автомобилей.

По конструкции рабочего органа различают погрузчики шнекоковшовые, роторные, дисковые и с подгребающими лапами. Шнекоковшовый рабочий орган имеет шнековый питатель и ковшовый элеватор для подачи материала на ленточный конвейер. Роторные погрузчики разрабатывают материал шаровыми или ковшовыми фрезами. В дисковых погрузчиках материал подается двумя дисками, вращающимися во встречном направлении. Подгребающие лапы подают материал на конвейер благодаря специальной кинематике движения. Главным параметром многоковшовых погрузчиков является производительность. Их выпускают производительностью 40, 80, 160, 250 м<sup>3</sup>/ч с высотой погрузки 2,4...4,2 м.

Многоковшовый погрузчик с шнекоковшовым органом (рис. 2.30) состоит из следующих основных узлов: пневмоколесного шасси 1 с обеими ведущими осями, наклонного ковшового конвейера 3 с винтовым (шнековым) питателем 4, ленточного поворотного в плане и в вертикальной плоскости конвейера 2. Для лучшей подачи материала к питателю на раме ковшового конвейера установлен отвал 5. Ковшовый конвейер устанавливается в рабочее и транспортное положения с помощью двух гидроцилиндров 6. При поступательном движении погрузчика материал винтовым питателем подается в непрерывно вращающийся ковшовый конвейер и далее через приемное устройство и ленточный конвейер в транспорт. Поворотные движения ленточного конвейера позволяют изменять высоту загрузки, а также загружать подвижной состав по обе стороны от продольной оси

погрузчика.

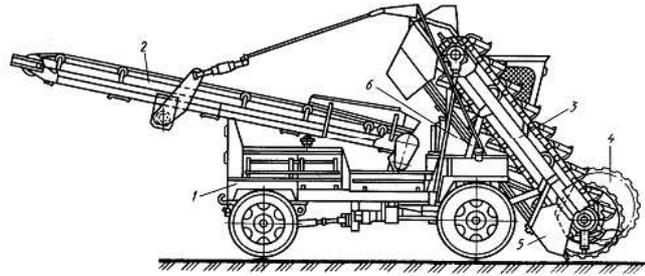


Рис. 2.30. Многоковшовый погрузчик со шнекоковшовым рабочим органом:  
1 – пневмоколесный шасси; 2, 3 – конвейеры; 4 – питатель; 5 – отвал;  
6 – гидроцилиндр

Поступательная скорость погрузчика выбирается в зависимости от высоты штабеля материала и производительности. Все основные механизмы, кроме привода ковшового конвейера, приводятся в действие с помощью гидроцилиндров двустороннего действия, работающих от средств для строительных грузов.

## Использованная литература

1. Алексеева Т.В., Артемьев К.А., Бромберг А.А. и др. Дорожные машины. Часть 1. Машины для земляных работ. Изд. 3-е, переработ. и доп. М.: Изд – во «Машиностроение», 1972. – 504 с.
2. ГОСТ Р ИСО 6165 – 99. Машины землеройные. Классификация. Термины и определения.
3. Строительные машины и их эксплуатация [Электрон. ресурс] – Режим доступа: <http://www.bibliotekar.ru/spravochnik-42/78.htm>
4. Алексеева Т.В., Артемьев К.А., Бромберг А.А. и др. Дорожные машины. Часть 1. Машины для земляных работ. Изд. 3-е, переработ. и доп. М.: Изд – во «Машиностроение», 1972. – 504 с. ГОСТ Р ИСО 6165 – 99. Машины землеройные. Классификация. Термины и определения.
5. Недорезов И.А., Савельев А.Г. Машины строительного производства. М. – М.: Изд – во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2010. – 119 с.
6. Плешков Д.И., Хейфец М.И., Яркин А.А. Бульдозеры, скреперы, грейдеры. Учебник для сред. проф.-техн. учебных заведений. Изд. 2-е, перераб. и доп. М., «Высшая школа», 1976.- 320 с.
7. Попов В.Г. Строительство автомобильных дорог. - М.: Изд – во МАДИ (ГТУ), 2001. – XXX с.
8. Правила устройства и безопасности эксплуатации грузоподъемных кранов. М. :Металлургия, 1981.169с.
9. Справочник дорожного мастера. Строительство, эксплуатация и ремонт автомобильных дорог / Под ред. Г.Г. Цупикова. М.: Изд – во «Инфра-Инженерия», 2007. – 928 с.
- 10.Справочник по кранам. В 2-х т., т.2 – 1973. – 504 с.
- 11.Транспортно – технологические машины и комплексы (производственная и техническая эксплуатация): Учебное пособие / В.Б. Пермяков, В.И. Иванов, С.В. Мельник и др.; Под общ. редакцией В.Б. Пермякова. – Омск: Изд-во СиБАДИ, 2007. – 440 с.





