

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

**Ташкентский архитектурно-строительный институт**

**Факультет: Инженерно-строительная инфраструктура**

**Кафедра: «Технология строительных материалов, изделий и  
конструкций»**

**Направление образования: 5340500-«Производства строительных  
материалов, изделий и конструкций»**

**Разрешено на защиту**

**Декан ИСИФ**

**Ташпулатов С.А. \_\_\_\_\_**

**“ \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2016г.**

**ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА**

**Тема проекта(работа): Проектирование завода по производству  
столбиков перильного ограждения. Производительность 7тыс.м<sup>3</sup>.  
Бинокор ЗЖБИ, г. Ташкент**

**Судент: Лешенко Алексей Валерьевич**

**Руководитель: Газиев Учкун Абдуллаевич**

**Пояснительная записка: \_\_\_\_\_**

**Чертежи: \_\_\_\_\_**

**На защиту “Разрешается”**

**Зав.кафедрой “ТСМИК” \_\_\_\_\_ проф.Акрамов Х.А.**

**Ташкент-2016г.**

**Ташкентский архитектурно-строительный институт**

**Факультет: Инженерно-строительная инфраструктура**

**Кафедра: «Технология строительных материалов, изделий и конструкций»**

**Направление образования: 5340500-«Производства строительных материалов, изделий и конструкций»**

**“Утверждаю”**

**проф.Акрамов Х.А. \_\_\_\_\_**

**“\_\_\_\_\_” \_\_\_\_\_ 201\_\_у.**

**ЗАДАНИЕ НА РАЗРАБОТКУ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА**

**Судент: Лешенко Алексей Валерьевич**

**Тема проекта(работа): Проектирование завода по производству столбиков перильного ограждения. Производительность 7тыс.м<sup>3</sup>. Бинокор ЗЖБИ, г. Ташкент утверждена приказом ректора по институту № 2/404, 19.12.2015 год**

**1. Срок представленный к предварительной защите 22.06.16 г.**

**2. Исходные данные к работе:**

1. Акрамов Х.А., Нигманов З.М. Проектирование предприятий промышленности строительных материалов. Учебное пособие. Т., 2002.
2. Акрамов Х.А., Нуритдинов Х.Н. Бетон ва темир-бетон буюмлари ишлаб чиқариш технологияси. Ўқув қўлланма. I ва II қисм. Т., 2012
3. Баженов Ю.М., Комар А.Г. Технология бетонных ва железобетонных изделий –М.Стройиздат 1984.
4. Уз. РСТ 7473-94. Смеси бетонные.
5. Уз. РСТ 679-96. Бетоны. Правила подбора состава

**3. Содержание расчетно-пояснительных записок:**

*Введение. Технологическая часть. Номенклатура изделий. Выбор и обоснования метод производства. Режим работы предприятия. Расчет производительности цеха по видам изделий. Определение потребности предприятия в сырье и полуфабрикатах. Проектирование технологических линий. Расчет производительности стендовой линий. Расчет и подбор технологического оборудования. Расчет склада цемента. Расчет склада заполнителей. Расчет бетоносмесительного цеха. Расчет склада готовой продукции. Расчетная часть. Экономическая часть. Охрана труда и техника безопасности. Использованная литература.*

**4. Перечень графического материала:** Генплан. План и разрезы производственного корпуса. Склад цемента. Склад заполнителей. Бетоносмесительный цех. Расчет конструкции.

**5. Консультанты по работе**

№	Разделы	Консультант	Подпись, дата	
			Задание выдал	Задание принял
1	Технологический	Газиев У.А.		
2	Расчетный	Акрамов Х.А.		
3	Экономический	Махмудова Н.А.		
4	Охрана труда	Махмамов С.М.		

**6. График выполнения дипломного проекта**

№	Наименование этапов работы	Срок выполнения этапов работы	Подпись консультанта
1	Технологический	22.10.2015-26.05.2016	
2	Расчетный	06.04.2016-15.06.2016	
3	Экономический	20.05.2016-25.05.2016	
4	Охрана труда	20.04.2016-25.05.2016	

Руководитель дипломного проекта Газиев У.А.

(Ф.И.О.)

подпись

Заведующий кафедрой Akramov X. A.

(Ф.И.О.)

подпись

Задание принял к исполнению Лященко А.В.

(Ф.И.О.)

(подпись студента)

“ \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 201\_ г.

## СОДЕРЖАНИЕ

### Введение

#### 1. Технологическая часть

##### 1.1. Номенклатура изделий

##### 1.2. Выбор и обоснования метод производства

##### 1.3. Режим работы предприятия

##### 1.4. Расчет производительности цеха по видам изделий

##### 1.5. Определение потребности предприятия в сырье и полуфабрикатах

##### Расчет состава бетона

##### 1.6. Проектирование технологических линий

##### Расчет производительности стендовой линии

##### 1.7. Расчет и подбор технологического оборудования

##### 1.8. Расчет склада цемента

##### 1.9. Расчет склада заполнителей

##### 1.10. Расчет бетоносмесительного цеха

##### 1.11. Расчет склада готовой продукции

#### 2. Расчетная часть

#### 3. Экономическая часть

#### 4. Охрана труда и техника безопасности

##### Список использованной литературы

## **ВВЕДЕНИЕ**

За годы, прошедшие после обретения независимости, Узбекистан превратился в динамично развивающееся государство,двигающееся по пути технологического прогресса. Огромную роль в организации технического перевооружения промышленности Узбекистана играет постоянное грамотное руководство со стороны Президента и правительства Республики Узбекистан.

«Избранный нами путь - подчеркивает Президент Узбекистана И.А.Каримов, нацелен на формирование сильного демократического правового государства и гражданского общества с устойчивой социально ориентированной рыночной экономикой». Одним же из важнейших условий рыночной экономики является рациональное использование (потребление) и экономия сырья, материалов, топлива и энергии. В силу этого рациональное использование материальных ресурсов означает непрерывный процесс его совершенствования, предопределяемого развитием производства.

Узбекистан располагает всем необходимым для перехода к современной модели инновационного типа развития, основанной на расширенном и эффективном использовании созданного научно-технического потенциала, широком внедрении в практику достижений фундаментальной и прикладной науки, наукоемких технологий, увеличении числа высококвалифицированных, одаренных научных кадров. Это служит необходимым условием и прочной базой для прорыва страны в разряд экономически и индустриально развитых стран мира.

На современном этапе развития нашего общества возрастает значение экономии как средства расширения и укрепления сырьевой базы страны, что объясняется быстрым ростом объемов производства и потребления материалов. О том, что либерализация

экономики и эффективное использование материальных ресурсов являются главным направлением Узбекистана, свидетельствует Решение Заседания Кабинета Министров РУз, принятое 16 февраля 2002 г. Это решение служит руководящим документом для выполнения поставленных в нем задач, направленных на обеспечение экономного, рационального использования важнейших материальных и природных ресурсов нашего государства.

Несмотря на богатство природных минеральных ресурсов Узбекистана, эффективное планирование развития экономики невозможно без учета возможности вовлечения в переработку техногенных отходов, в которых содержание ценных компонентов часто значительно выше, чем в добываемом первичном сырье.

Основная цель ресурсосбережения - экономия и рациональное использование материальных ресурсов. Одним же из важнейших факторов повышения эффективности производства является режим экономии, т.е. совокупность планомерно внедряемых организационных, технических, экономических и других мероприятий.

Как подчеркивает Президент Узбекистана И.А.Каримов, с каждым днем нашего продвижения по пути независимости идет процесс более ускоренного осуществления процессов глубокого реформирования общества и обновления всех сфер его деятельности - политической, экономической, социальной.

Формирование рыночных отношений, привело к созданию класса собственников, а любой собственник, тем более хороший хозяйственник, при недостаточных и очень дорогих ресурсах будет изыскивать пути для производства оптимальной экономии материальных ресурсов и снижения их расходов. Таким образом, главная задача состоит в выявлении наиболее эффективных путей

снижения расходов материальных ресурсов, используемых в производстве, но без ущерба качественных характеристик.

Следует отметить, что промышленность строительных материалов является отраслью, для которой вопросы ресурсосбережения, использования отходов особенно актуальны. Сегодня отрасль использует свыше двух миллиардов тонн различного минерального сырья, причем доля затрат на сырье в себестоимости продукции составляет 25—50%. В этих условиях привлечение в качестве сырья миллионов тонн промышленных отходов может принести и приносит значительный народнохозяйственный эффект. Показателен в этом отношении опыт цементной промышленности, где ежегодно используется с большой выгодой около 30 млн.т. различных отходов. В настоящее время крупнотоннажные отходы, представляющие интерес как сырье для производства строительных материалов, образуются на предприятиях десятков министерств и ведомств. Вместе с тем министерства, производящие строительные материалы, утилизируют не более 5 - 10% всех отходов.

Для переработки отходов требуется установка дополнительного оборудования, а для перевозки - специальный транспорт. Как правило, предприятиям, использующим отходы, повышенные финансовые и трудовые затраты не компенсируются дотацией, а общий народнохозяйственный эффект, включающий сокращение ущерба окружающей среде, не учитывается.

Одной из главных экономических задач, является рациональное использование местных сырьевых ресурсов и отходов промышленности, позволяющих экономить топливно-энергетические и материальные ресурсы.

В условиях возрастающих темпов научно-технического прогресса и перевода экономики на интенсивный путь развития

вопросы повышения эффективности использования материальных ресурсов в народном хозяйстве страны приобретают решающее значение.

Следует отметить, что научно-технический прогресс должен быть нацелен на радикальное улучшение использования природных ресурсов, сырья, материалов, топлива и энергии на всех стадиях - от добычи и комплексной переработки сырья до выпуска и использования конечной продукции. Вопросы утилизации отходов тесно связаны с охраной окружающей среды. Это объясняется тем, что развитие материального производства сопровождается непрерывным ростом объемов отходов. Эти отходы часто занимают земли, пригодные для ведения сельского хозяйства, загрязняют воздушные и водные бассейны. На удаление отходов производства затрачивается в среднем 8-10% стоимости производимой продукции. Решение вопросов экономии и рационального использования материальных ресурсов заключается прежде всего в реализации имеющихся резервов, возникновение и возрастание которых обусловлено непрерывным повышением уровня развития науки, техники, технологии, экономики и организации производства.

Практическое осуществление режима экономии требует значительного улучшения использования вторичных материальных ресурсов и отходов производства. Эти ресурсы должны занимать важное место в сырьевом балансе промышленности. Вместе с тем к настоящему времени доля их использования составляет всего около 3—5%, хотя по расчетам в общем объеме сырья она может достигать 30%. Вот почему на современном этапе развития национального хозяйства, в условиях кардинального ускорения научно-технического прогресса, вопросы оптимального использования отходов различных отраслей промышленности имеют чрезвычайно важное практическое значение.



В настоящее время следует выделить два принципиально различных подхода к решению этой проблемы: первый - очистка вредных выбросов промышленных предприятий, второй - комплексное использование природных ресурсов, разработка и применение безотходных и малоотходных технологических процессов производства. Первый, по нашему мнению, не является решением проблемы, так как с помощью очистных сооружений не всегда удастся полностью прекратить поступление вредных веществ в окружающую среду. На строительство указанных сооружений затрачиваются значительные средства. Кроме того, они порождают сопутствующую проблему, связанную с утилизацией или уничтожением отходов, накапливающихся в процессе очистки вредных выбросов.

На современном этапе научно-технического прогресса наряду с созданием более совершенных новых видов оборудования, предназначенного для очистки сточных вод и отходящих газов промышленных предприятий, более радикальным и в то же время более экономичным является второй путь - разработка таких технологических процессов производства, которые позволяли бы полностью или на первом этапе частично утилизировать многие отходы производства, в том числе и вредные.

Рассматривая всю проблему использования отходов, приходится сделать вывод, что отходы могут быть огромным богатством, а если их правильно не использовать, тяжким бременем для государства. Широкие возможности по наиболее полному использованию отходов и попутных продуктов имеются в промышленности строительных материалов. Прежде всего, это объясняется крупными масштабами производства строительных материалов, что позволяет использовать большое количество отходов. Кроме того, многие отходы по своему составу и свойствам

близки к природному сырью используемого различными отраслями промышленности строительных материалов.

В настоящее время в Республике Узбекистан определяющее значение приобретают такие качественные показатели, как снижение удельных затрат сырья, материалов и топлива. Это означает необходимость увеличения применения прогрессивных конструкционных материалов, металлических порошков и пластмасс, замены дорогостоящих материалов более дешевыми, синтетическими без снижения качества продукции; сокращения отходов производства, комплексного использования природных и материальных ресурсов, широкого вовлечения в хозяйственный оборот вторичных ресурсов, а также попутных продуктов. Бесспорно, использование таких основных направлений экономии ресурсов, как внедрение новых технологий, повышение качества сырья и материалов, снижение отходов, вторичных ресурсов, позволяет создать надежно действующий противозатратный механизм функционирования народного хозяйства.

Огромный потенциальный ресурс образования вторичных материальных ресурсов находится и в сфере потребления, т.е. у населения этот источник заготовки по многим видам вторичного сырья уже сегодня занимает значительное место, и с каждым годом его доля будет возрастать. В перспективе сбор и использование вторичного сырья от населения будет играть еще большую роль, так как объемы промышленных отходов постоянно увеличиваются.

Развитие и совершенствование производства строительных материалов, повышение их экономической эффективности на современном этапе в значительной степени будут определяться рациональностью использования сырьевых ресурсов, полнотой вовлечения в производство отходов различных отраслей промышленности.

# **I. Технологическая часть**

## **1.1. Номенклатура изделий**

Начальным этапом дипломного проекта является уточнение номенклатуры железобетонных изделий. Так как изделия все время совершенствуется, студент-дипломник должен конкретизировать и уточнить их в соответствующих и уточнить их в соответствующих проектных и конструкторных организациях.

Однако полезно дать некоторое направляющее сведение. Номенклатуру изделий студенту следует брать в соответствующих проектных и конструкторских организациях применительно к выбранному типу домов, промышленных зданий и инженерных сооружений.


В промышленном и гражданском строительстве нашей страны около 90% сборного железобетона составляет типовые унифицированные конструкции при разработке которых определяющим является требование обуславливает предельную массу изделий их форму и размеры, вид армирования и т.д.

Для производства железобетонных столбиков перильного ограждения используется обычный тяжелый бетон марки В22,5 и арматуры класса А – I и А – II.

Железобетонные столбики перильного ограждения производится в агрегатно-поточных технологических линиях.

Таблица-1.1

## Номенклатура изделий

№	Маркировка изделий	Эскиз изделий	Габаритные размеры, mm			Расход бетона на одного изделия м <sup>3</sup>	Расход арматурной стали на одного изделия кг	Удельный расход стали на 1 м <sup>3</sup> бетона, кг/м <sup>3</sup>
			Длина L	Ширина В	Высота Н			
1	Железобетонные столбики перильного ограждения  СПО-12 TSh 14-13:2003		300	160	1135	0,03	7,93	264,3

## **1.2. Выбор и обоснование способов производства**

Технологический процесс производство сборных железобетонных изделий состоит из ряда самостоятельных операций, объединяемых в отдельные процессы.

Операции условно разделяют на основные, вспомогательные и транспортные. К основным операциям относятся: приготовление бетонной смеси, изготовление арматурных элементов и готовых каркасов, формование изделий с армированием, тепловая обработка, освобождение готовых изделий из форм и подготовка форм к очередному циклу, отделка и обработка лицевой поверхности некоторых видов изделий и т.п. вспомогательные: получение и подача пара и воды, получение сжатого воздуха, электроэнергии, складирование сырьевых материалов, полуфабрикатов и готовой продукции. Кооперационный контроль и контроль качества готовой продукции и др. необходимые для выполнения основных операций.

К транспортным относят операции по применению материалов, полуфабрикатов и изделий без изменения их состояния и формы. Оборудование используемое для выполнения соответствующих операций называют соответственно основным, вспомогательным и транспортным.

Основное и транспортное оборудование, предназначенные для выполнения операций определенной последовательности называют технологической линией. Наиболее прогрессивный

принцип организации технологического процесса в производстве сборного железобетона поточность и возможно большая специализация технологических линий по виду изготавливаемой продукции. Принцип поточности предусматривает более полное использование установленного оборудования, применение комплексной механизации и автоматизации процессов.

Непрерывность потока при передаче изделий от поста к посту позволяет лучше использовать производственные площади. Генеральные планы заводов и комбинатов различного назначения по структуре близки между собой, отличаются лишь компоновочными решениями и размерами, зависящими в основном от мощности предприятия и в меньшей мере от номенклатуры выпускаемых конструкций.

Формовочно технологические линии с отделением ускорения твердения бетона, а также линии заготовки арматуры и арматурных каркасов обычно размещают в отдельном здании-главном производственном корпусе.

На заводах сборного железобетона приняты поточные методы организации технологического процесса, сущность которых состоит в том, что весь процесс расчлняется на отдельные операции которые выполняются в строгой последовательности на определенных рабочих местах, оснащенных специализированным оборудованием. На каждом рабочем месте в соответствии с принятыми методами обработки, оборудованием и организационным строением выполнения одно или несколько близких между собой технологических операций.

Типы линии их число выбирают в зависимости от заданной номенклатуры изделий и мощности предприятия или цеха. Выбор технологических линий и оборудования начинается с анализа степени совместимости конструктивных технологических параметров изделий в процессе их формования и твердения.

### **Стендовый способ производства**

Сущность стендовой технологии состоит в том, что изделия формуют и они твердеют в стационарном положении на стенде или специальной установке без пременений а не материалы формующие и другое технологическое оборудование, а также обслуживающие его рабочие звенья перемещаются от одной формы на стенде к другой. Этот способ требует больших производственных площадей, усложнения механизации и автоматизации производства, высоких трудозатрат.

Вместе с тем стендовая технология целесообразно при изготовлении крупногабаритных большой массы конструкций-ферм, двухскатных балок больших пролетов, колонн длиной более 12м и др. Особенно эффективен этот способ для предвательно напряженных изделий, которые нецелесообразно изготавливать на поточно-агрегатных или конвейерных линиях.

Стендовый способ позволяет производить широкую номенклатуру изделий при сравнительно не сложной переналадке оборудования. При изготовлении изделий применяют стенды двух типов: длинные и короткие. Длинные стенды (пакетные и



протяжные) применяют при изготовлении нескольких изделий по длине стенда одновременно.

На пакетных стендах арматурные пакеты с зажимами на концах собирают на отдельной установке а затем их переносят и укладывают в захваты стендов или форм. На протяжных стендах арматурную проволоку сматывают с бухт, размещенных с одного конца стенда и протягивают по всей длине стенда непосредственно на линии формования до упора, расположенного с другой стороны стенда. Изделия большой ширины или высоты (балки, прогоны, плиты и т.п.) большим поперечным сечением требующие поштучного или группового натяжения стержневой арматуры, более рационально выполняют на протяжных стендах.

На коротких стендах изготавливают одно изделия по длине или одно-два изделия по ширине стенда чаще всего в горизонтальном положении (фермы, двухскатные балки и т.п.). На коротких стендах арматуру (проволочную, стержневую) натягивают гидродомкратами на упоры стенда или электротермическими способом.

Способы армирования определяют степень механизации оборудования. На пакетных целесообразно изготавливать изделия с небольшим поперечным сечением и компактным расположением арматуры (сваи, балки, опоры). Изделия требующие поштучного или группового натяжения стержневой арматуры целесообразно изготавливать на протяжных стендах. Формование изделий на стендах зависит от вида стенда и типа формуемого изделия.

### **Агрегатно-поточный способ производства**

При агрегатном способе производства изделия формуют на выброплощадке или на специально оборудуемых установках агрегатах, состоящих из формовочной машины для распределения бетонной смеси на формы (бетоноукладчики).

Отформованные изделия в формах мостовым краном перемещают в камеры тепловой обработки бетона на твердения. Завершающая стадия-выдача изделий из камеры и их распалубка на специальном посту. После приемки готовых изделий ОТК их направляют на склад, а освободившиеся формы подготавливают к очередному технологическому циклу и возвращают на формовочный пост.

В агрегатном производстве весь технологический процесс распределяется на шесть рабочих постов: распалубка и осмотр изделий, сборка формы, подготовка формы и бетонированию, укладка арматурного каркаса (или предварительного напряжения арматуры), заполнения формы бетонной смесью и уплотнения её на формовочном посту, заглаживание верхней формовочной поверхности изделия или декоративная обработка, укладка изделий в камеры тепловой обработки и извлечения изделий из камеры.

Некоторые операции выполняют параллельно, так распалубку, осмотр изделий и подготовку форм совмещают по времени с формованием.

Для осуществления непрерывного производства технологическую линию оборудуют необходимыми

транспортными средствами. Продолжительность агрегатной технологической линии определяется продолжительностью цикла формования изделия. Агрегатный способ получил широкое распространение при небольших капитальных затратах он допускает выполнения широкой номенклатуре изделий.

К агрегатному способу производства относятся формование изделий на различных формующих агрегатах, например, на центрифугах, формующей установке с выбровкладышами и др. По агрегатной технологии изготавливают на рементных центрифугах в разъемных и не разъемных формах напорных и безнапорных труб, пустотных колонн, стоек, опор ЛЭП и освещения, столбики перильного ограждения, на специальном оборудовании для виброгидропрессования производят напорные трубы.

При большем расчислении технологического процесса на отдельные элементные процессы с соблюдением единого ритма возможна поточная организация производства технологическая линия при этом оснащается необходимыми транспортными средствами.

### **Конвейерный способ производства**

Конвейерный способ производства усовершенствованный агрегатно-поточный способ формования железобетонных изделий. При конвейерном способе технологический процесс расчленяется на элементные процессы, которые выполняются одновременно на отдельных рабочих постах.

При конвейерном способе формы с изделиями перемещаются от одного поста к другому специальными транспортными устройствами, каждое рабочее место обслуживается закрепленным за ним звеном. Для конвейера характерен принудительный ритм работы, т.е. одновременно перемещение всех форм по замкнутому технологическому кольцу с заданной скоростью. Весь процесс изготовления изделий разделяется на технологические операции, причем одна или несколько из них выполняются на определенном посту.

Тепловые агрегаты являются частью конвейерного кольца и работают в его системе также в принудительном ритме. Это обуславливает одинаковые или краткие расстояния между технологическими постами (шаг конвейера), одинаковые габариты форм и развернутую длину тепловых агрегатов. Конвейерные линии по характеру работы могут быть периодического и непрерывного действия, по способу транспортирования – с формами, передвигающимися по рельсам или роликовым конвейерам с формами, образуемыми непрерывной стальной линией или составленными из ряда элементов и бортовой оснастки: по расположению тепловых агрегатов параллельно конвейеру, в вертикальной или горизонтальной плоскости, а также в створе его формовочной части. Конвейерная технология позволяет расчленить процесс на ряд последовательно выполняемых операций с четкой специализацией оборудования и рабочих, максимально использовать механизацию и автоматизацию производства.

### 1.3. Режим работы предприятие

Для предприятий сборных железобетонных изделий следует принимать:

- количество расчетных рабочих суток за год – 262;
- по выгрузке сырья и материалов с железнодорожного транспорта – 365
- количество рабочих смен в сутки (без тепловой обработки) - 2
- количество рабочих смен в сутк и для тепловой обработки - 3
- количество рабочих смен в сутки по приему сырья и материалов и отгрузки готовой продукции:
  - а) железнодорожными транспортом– 3;
  - б) автотранспортом – 2 или 3;

Продолжительность количество рабочих суток в году (262) исходит 5 дневной рабочей недели.

При 5-дневной рабочей недели режим работы приеимается:

- а) при двух сменах: 8 час всего 16 час в сутки, кроме этого два раза обед по 1 час.
- б) при трех сменах: первая и вторая смены по 8 час кроме этого по 0,5 час перерыв: третья смена 7 час, без перерыва, итого в сутки 23 рабочих часа.

Годовой фонд времени работы основного технологического оборудования принимается – 247 дня.

Годовой коэффициент использования основного технологического оборудования -  $247:262=0,943$ ;

Таблица-1.2

## Режим работы предприятие

№	Наименование цехов или отделений	Количество дней в году	Количество смен в сутки	Длительность рабочей смены, час	Годовой фонд рабочей времени, час	Коэффициент использования эксплуатации времени	Годовой фонд эксплуатации времени, час
1	Формовочный	262	2	8	4192	0.943	3953
2	Тепло-влажная обработка	262	3	8	6288	0.943	5929

#### 1.4. Расчет производительности цеха по видам изделий

Годовая программа цеха (предприятия) и номенклатура изделий задается в задании. Исходя из принятого режима работы цеха, производится расчет производственной программы изделий и полуфабрикатов с учетом возможного производственного брака и потерь по отдельным пределам.

Рекомендуется величины возможных производственных потерь и брака.

Для заводов железобетонных изделий:

- по бетонной смеси – до 0,5 %
- по изделиям - до 1,0%

Расчет производительности для каждого технологического предела производится по формуле:

$$P_p = \frac{P_o}{1 - \frac{B}{100}} = \frac{7000}{1 - \frac{1,5}{100}} = 7107 \text{ м}^3$$

где:  $P_p$  - производительность рассчитываемого предела;  
 $P_o$  – заданная производительность цеха (предприятия);  
 $B$  – производственная потери от брака, 1,5%.

**Таблица-1.3**

**Производственная программа цеха (предприятия)**

№	Наименование изделий	Единица измер.	Формула расчета	Производительность			
				В году	В сутки	В смену	В час
1	Столбик перильного ограждения	м <sup>3</sup>	$P_p = \frac{P_o}{1 - \frac{B}{100}}$	7107	27,1	13,6	1,7
2	Столбик перильного ограждения	штук	$\frac{P_p}{V_u} = \frac{7107}{0,03}$	236900	904	452	56

## **1.5. Определение потребности предприятия в сырье и полуфабрикатах**

Бетонная смесь-совокупность компонентов: цемента, мелкого заполнителя-песка, крупного заполнителя-щебня и воды.

Бетонная смесь по своему составу—многокомпонентная полидисперсная система. Она состоит из неоднородных по свойствам и размерам частиц твёрдой фазы-цемента, мелкого и крупного заполнителя, жидкой фазы-воды затворения.

Поскольку физико-механические свойства бетона зависят от параметров его состава, большое значение в технологии легкого бетона приобретает правильный метод определения показателей конструктивности бетона и способ оперативного управления качеством в условиях производства бетонных работ. Устанавливаемые в процессе определения состава легкого бетона параметры его состава должны обеспечивать:

- нерасслаиваемость бетонной смеси и его формуемость при принятом методе укладки и уплотнения;
- требуемые показатели назначения бетона: его прочность, среднюю плотность и коэффициент теплопроводности;
- необходимую степень морозостойкости и длительное сохранение конструктивных свойств в конкретных условиях эксплуатации конструкции в сооружении.

Отмеченные требования должны достигаться при минимальных затратах материальных средств, энергетических и трудовых ресурсах.

Технология конструкционных высокопрочных бетонов на базе местного сырья имеет ряд закономерностей, которые используются при определении его состава. В настоящее время при подборе состава бетона используется две группы методов: расчетно-экспериментальные, устанавливающие количество материалов по способу абсолютных объемов и экспериментальный, предусматривающий опытное определение оптимального количества воды и рационального зернового состава пористых заполнителей.

Расчет состава по методу абсолютных объемов предусматривает определение по таблицам концентрации пористого заполнителя в бетоне, расход цемента определенной марки для обеспечения требуемой прочности и водосодержания бетонной



смеси установленной марки по удобоукладываемости. Расчетные параметры состава обязательно уточняются в процессе опытных затворений и испытания прочности контрольных образцов. К недостаткам этого метода следует отнести отсутствие непосредственного учета и взаимосвязи между оцениваемой удобоукладываемостью и принятым способом формирования.

Второй метод основывается на положении, что каждому составу бетона при данном способе формирования соответствует определенное оптимальное количество воды, при котором бетон приобретает максимальную прочность. Оптимальное количество воды затворения устанавливаются опытным путем в процессе формирования способом, соответствующим принятому на производстве методу формирования легкогобетонного изделия. Разработан метод предусматривающий опытное определение зернового состава, обеспечивающего максимальную насыпную плотность смеси пористых заполнителей, при котором бетон получают с минимальной средней плотностью. Достоинством этого метода является непосредственный учет всех особенностей материалов и технологии в процессе опытного определения функциональныхзависимостей водопотребности, зернового состава и расхода цемента отпоказателей свойств бетона и бетонной смеси.

К недостатку метода определения состава легкого бетона по оптимальному расходу воды следует отнести достаточную трудоемкость выполнения всех экспериментальных работ.

Следует заметить, что недостатки этого метода практически исключаются при использовании методически подбор состава бетона регламентированной УзРСТ 27006-96 «Бетоны. Правила подбора состава». Государственный стандарт предусматривает этапное определение рабочих дозировок бетонных смесей. На первом этапе экспериментальным путем устанавливаются основные зависимости показателей качества бетонной смеси и бетона от параметров его состава. По полученным зависимостям назначается номинальный состав бетона отвечающий установленным требованиям, при использовании материалов определенного качества. На втором этапе определяют рабочий состав бетона, учитывающий конкретно качество применяемых материалов. Назначения рабочего состава и последующие его коррекции выполняют с помощью установленных ранее функциональных зависимостей.

Стандартная методика подбора состава бетона при использовании положений определения состава по оптимальным параметрам обеспечивает получение бетона в конструкциях при минимальном расходе цемента и позволяет учесть все технологические особенности производства изделий и условия эксплуатации легкобетонной конструкции. Надежность предлагаемого способа будет обеспечена при правильном выборе и построении зависимостей показателей качества от параметров состава.

Состав бетона выражают расходом всех составляющих материалов по массе на  $1 \text{ м}^3$  уложенной и уплотненной бетонной смеси или отношением массы составляющих материалов смеси к массе цемента, то есть  $I:x:y$  (цемент, песок, щебень или гравий) при  $B/C = Z$ .

Для расчета состава тяжелого бетона имеется несколько методов, среди которых наиболее простым и удобным является метод расчета по «абсолютным объемам».

В основу этого метода положено условие, что свежее приготовленная бетонная смесь после укладки в форму и уплотнения в ней не будет иметь пустот.

Состав бетона по методу «абсолютных объемов» подбирают в два этапа. В начале рассчитывают ориентировочный состав бетона, затем расчет проверяют и уточняют по результатам пробных замесов и испытаний контрольных образцов.

### **Расчет ориентировочного состава бетона**

Для расчета состава тяжелого бетона необходимо иметь следующие данные: заданную марку бетона ( $R_b$ ), требуемую удобоукладываемость бетонной смеси, а также характеристику исходных материалов.

Состав бетона для пробных замесов рассчитывают в следующей последовательности: вычисляют В/Ц отношение, расход воды, расход цемента, после чего определяют расходы крупного и мелкого заполнителя на  $1 \text{ м}^3$  бетонной смеси.

### Расчет состава тяжелого бетона

Проектное задание:

Марка бетона -  $R_b = 300$

Назначение бетона – для столбиков перильного ограждения

Подвижность бетонной смеси, осадка стандартного конуса ОК - 5 см.

Исходные материалы:

1. Вяжущие материалы – портландцемент

Активность цемента -  $R_u = 400$  кгс/см<sup>2</sup>

Плотность цемента -  $\rho_u = 3,1$  г/см<sup>3</sup>

Объемная масса цемента -  $\rho_{u.u} = 1,3$  г/см<sup>3</sup>

II. Мелкий заполнитель – песок речной

Истинная плотность песка  $R_n = 2,5$  г/см<sup>3</sup>

Насыпная плотность песка  $\rho_{n.n.} = 1,4$  г/см<sup>3</sup>

Модуль крупности –  $M_{кр} = 2,2$

III. Крупный заполнитель – щебень (гравий)

Истинная плотность щебня (гравия) -  $\rho_k = 2,6$  г/см<sup>3</sup>

Насыпная плотность щебня (гравия) -  $\rho_{n.k.} = 1,4$  г/см<sup>3</sup>

Пустотность щебня (гравия)  $V_k = 0,5$

### Методика расчета

1. Водоцементное отношение (В/Ц)б определяют из условия получения бетона необходимой прочности при данной активности (марке) цемента  $R_u$ . Поскольку прочность бетона  $R_b$  при (В/Ц)б = 0,40 и более выражается как

$$R_b = R_u \cdot A(C/B - 0,5),$$

а при (В/Ц)б менее 0,4

$$R_b = A_1 \cdot R_u / (C/B - 0,5),$$

водоцементное отношение можно определить из выражения при (В/Ц)б = 0,40 и более

$$(B/C)_b = A_1 \cdot R_u / (R_b + 0,5 A_1 \cdot R_u) = \frac{0,65 \cdot 400}{300 + 0,5 \cdot 0,65 \cdot 400} = 0,6$$

и при (В/Ц)б менее 0,40

$$(B/C)_b = A_1 \cdot R_u / (R_b - 0,5 A_1 \cdot R_u)$$

Коэффициенты  $A$  и  $A_1$ , зависящие от качества заполнителей, соответственно имеют следующие значения: для высококачественных заполнителей (мытые и фракционированные щебень и песок) – 0,65; 0,43;

для рядовых щебня и песка – 0,60; 0,40; для гравия и мелкого песка – 0,55; 0,37.

2. Определяем ориентировочный расход воды (кг) для приготовления 1 м<sup>3</sup> бетонной смеси, по табл. 2:

$$B = 210 \text{ л.}$$

3. Расход цемента (кг) для приготовления бетонной смеси вычисляют, по уже известному водоцементному отношению и определенной водопотребности

$$Ц = B / (B / Ц)_{б} = \frac{210}{0.6} = 350 \text{ кг}$$

4. Расход крупного заполнителя (кг) для приготовления 1 м<sup>3</sup> бетонной смеси

$$K = 1000 / (Пк \cdot \alpha / \rho_{н.к} + 1 / \rho_{к}) = \frac{1000}{\frac{0.5}{1.44} \cdot 1.4 + \frac{1}{2.6}} = 1112 \text{ кг}$$

где  $Пк$  - Пустотность крупного заполнителя в рыхлом состоянии

$\rho_{н.к}$  - насыпная плотность крупного заполнителя, кг/м<sup>3</sup>

$\rho_{к}$  - плотность крупного заполнителя, кг/м<sup>3</sup>

$\alpha$  - коэффициент раздвижки зерен крупного заполнителя.

#### Значение коэффициента раздвижки зерен крупного заполнителя

Таблица-1.4

Расход цемента, кг/м <sup>3</sup>	Коэффициент $\alpha$ при В/Ц					
	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8
250	-	-	-	1,26	1,32	1,38
300	-	-	1,3	1,36	1,42	-
350	-	1,32	1,38	1,44	-	-
400	1,31	1,4	1,46	-	-	-
500	1,44	1,52	1,56	-	-	-
600	1,52	1,56				

Примечание: При других Ц и В/Ц коэффициент находится интерполяцией.

## Водопотребность бетонной смеси

Таблица-1.5

Показатель удобоукладываемости бетонной смеси		Расход воды, л/м <sup>3</sup> при крупности гравия и щебня, мм							
		Гравий				Щебень			
Осадка конуса, см	Жесткость,	10	20	40	70	10	20	40	70
-	40...50	150	135	125	120	160	150	135	130
-	25...35	160	145	130	125	170	160	145	140
-	15...20	165	150	135	130	175	165	150	145
-	10...15	175	160	145	140	185	175	160	155
2...4	-	190	175	160	155	200	190	175	130
5...7	-	200	185	170	165	210	200	185	180
8...10	-	205	190	175	170	215	205	190	185
10...12	-	215	205	190	180	225	215	200	190
12...16	-	220	210	197	185	270	220	207	195
16...20	-	227	218	203	192	237	228	213	202

2. При изменении нормальной густоты цементного песка на каждый процент в меньшую сторону расход воды уменьшается на 3 ...6л, в большую сторону – увеличивается на 3 ... 5л/м<sup>3</sup>.

3. При изменении модуля крупности песка на каждые 0,5 в меньшую сторону расход воды увеличивается на 3 ... 5л, в большую сторону – уменьшается на 3 ... 5л.

После определения расхода крупного заполнителя (К), рассчитывают расход песка в кг/м<sup>3</sup> как разность между проектным объемом бетонной смеси и суммой абсолютных объемов цемента, воды и крупного заполнителя по формуле

$$П = \left[ 1 - \left( \frac{Ц}{\rho_{ц}} + \frac{В}{\rho_{в}} + \frac{К}{\rho_{к}} \right) \right] \cdot \rho_n = \left[ 1 - \left( \frac{350}{3,1} + 210 + \frac{1112}{2,6} \right) \right] \cdot 2,5 = 648 \text{ кг}$$

5. Определение расход компонентов Ц, В, П, К на 1м<sup>3</sup> бетонной смеси, вычисляют расчетную объемную массу:

$$\rho_{о.б.см} = Ц + В + П + К = 350 + 210 + 648 + 1112 = 2320 \text{ кг} / \text{м}^3.$$

**Расчет материала на 1м<sup>3</sup> бетона с учетом 2% потери:**

$$\text{Цемент} = 350 + 350 \cdot 0,02 = 357 \text{ kg}$$

$$\text{Щебен} = 1112 + 1112 \cdot 0,02 = 1134 \text{ kg}$$

$$\text{Песок} = 648 + 648 \cdot 0,02 = 661 \text{ kg}$$

$$\text{Вода} = 210 + 210 \cdot 0,02 = 214 \text{ kg}$$

$$\text{Арматура} = 264,3 + 264,3 \cdot 0,02 = 269,6 \text{ kg}$$

**Расход материалов для 7107 м<sup>3</sup> бетона:**

$$\text{Цемент} = 357 \cdot 7107/1000 = 2537 \text{ т}$$

$$\text{Щебен} = 1134 \cdot 7107/1000 = 8059 \text{ т}$$

$$\text{Песок} = 661 \cdot 7107/1000 = 4698 \text{ т}$$

$$\text{Вода} = 214 \cdot 7107/1000 = 1521 \text{ т}$$

$$\text{Арматура} = 269,6 \cdot 7107/1000 = 1916 \text{ т}$$

**Таблица-1.6****Расход сырьевых материалов**

№	Наименование материала	Един. измер.	Расходы			
			В год	В сутки	В смену	В час
1	Цемент	т	2537	9,7	4,9	0,6
2	Щебен	т	8059	30,8	15,4	1,9
3	Песок	т	4698	17,9	8,9	1,1
4	Вода	т	1521	5,8	2,9	0,4
5	Арматура	т	1916	7,3	3,7	0,5

## **1.6. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ЛИНИЙ**

При размещении основного технологического оборудования в формовочном цехе необходимо учитывать, что все производственные линии должны размещаться в типовых промышленных зданиях, состоящих из унифицированных типовых пролетов, имеющих размеры в плане 144х18м. Использование зданий с пролетами большей ширины и длины допускается в случаях серьезного обоснования принимаемого решения и при обязательном согласовании с преподавателем –консультантом.

В формовочном цехе (пролете) размещаются: посты подготовки форм, укладки и уплотнения бетона, расформовки, ремонта, остывания, выдержки, отделки и приемки изделий, площади занятые камерами тепловой обработки, складирование запасов арматурных изделий и комплектующих деталей, участки текущего ремонта форм и текущего их запаса, постов или конвейеров укрупненной сборки и отделки, площади для выдерживания изделий в зимнее время после тепловой обработки.

При размещении основного оборудования, постов, промежуточных складирования и др. должна соблюдаться поточность производства сборных железобетонных изделий и конструкций.

Основное внимание уделяется расчетам и подбору формовочного оборудования, все же остальные посты должны обеспечивать ритмичную и бесперебойную его работу.

### 1-вариант

## Расчет производительности формовочных линий

### а) Расчет стандов

Годовая производительность одной технологической линии станда (длинного или короткого) или стандовой силовой формы определяется по формуле:

$$P = V \cdot n \cdot \frac{C}{d} = (0,03 \cdot 10) \cdot 30 \cdot \frac{262}{1} = 2358 \quad (\text{м}^3),$$

Где:  $V$  - объем одного изделия или суммарный объем одновременно формируемых изделий (если в одной форме несколько изделий)  $\text{м}^3$ ;

$n$  - количество изделий на одной технологической линии;

$C$  – количество рабочих суток в году -**262** дня;

$d$  – длительность одного оборота станда – в сутках.

Оборачиваемость стандов длиной **100** м при изготовлении:

- панелей всех видов – не более **1,5** суток;
- линейных изделий -**2** суток;
- подкрановых балок – **3** суток;
- балочных конструкций – не менее **1** сутки;
- то же, для коротких стандов и силовых форм – **1** сутки.

Количество технологических линий рассчитывается по формуле:

$$\frac{P_p}{P} = \frac{7107}{2358} = 3,01 \approx 3,$$

где  $P_p$  – годовая расчетная производительность;

$P$  – годовая производительность одной технологической линии.

Для дипломного проекта принимаем 3 стандовая технологическая линия.



## 1.7. РАСЧЕТ И ПОДБОР ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

В данном разделе приводится только технологический расчет оборудования, без каких-либо конструктивных расчетов отдельных узлов машины. Под технологическим расчетом оборудования понимается определение производительности машины (или установки) и определение числа машин, необходимых для выполнения производственной программы по данному переделу.

Общая формула для технологического расчета оборудования имеет вид:

$$P_M = \frac{P_T}{P_{II} K_{BH}} ,$$

где  $P_M$  - количество машин, подлежащих установке;

$P_T$  - требуемая часовая производительность по данному технологическому переделу;

$P_{II}$  - часовая производительность машин выбранного типа размера;

$K_{BH}$  - нормативный коэффициент использования оборудования по времени (принимается обычно равным 0,8-0,9).

### Ведомость оборудования цеха

№	Наименование и краткая характеристика оборудования	Ед. изм.	Количество	Примечание
1	Электрическая мостовой кран (грузоподъёмность – 20 т)	Шт.	3	
2	Вибратор	Шт.	3	
3	Форма для изделия	Шт.	90	
4	Контейнер для арматурных изделий	Шт.	3	
5	Бетоноукладчик	Шт.	3	
6	Вибратор насосный	Шт.	3	
7	Бадья для бетона	Шт.	3	
8	Самоходная тележка (грузоподъёмность -10т)	Шт.	2	

## 2-вариант

### Расчет производительности формовочных линий

#### а) Расчет производительности агрегатно-поточной линии

Годовая производительность агрегатно-поточной линии рассчитывается по формуле:

$$P = \frac{60 \cdot h \cdot C \cdot V}{t} = \frac{60 \cdot 16 \cdot 262 \cdot 0,3}{15} = 5030 \quad (\text{м}^3),$$

где  $h$  – количество рабочих часов в сутки;

$C$  – количество рабочих дней в году -262 дня;

$V$  – объема одновременно формуемых изделий,  $\text{м}^3$ ;  $0,03 \cdot 10 = 0,3$

$t$  – цикл формования, мин (на посту укладки и уплотнения бетона), определяется по нормам технологического проектирования предприятий сборного железобетона (ОНТП -7-80).

### Нормы технологического проектирования формовочных цехов (отделений)

#### Агрегатно-поточное производство

№	Характеристика формуемых изделий	Максимальная продолжительность ритма работы линий, мин, при длине изделий, м			
		до 6		более 6	
		Объем бетона в одной формовке, м <sup>3</sup>			
		до 1,5	1,5-3,5	до 3,5	3,5-5
1	Однослойные изделия несложной конфигурации	12	15	20	25
2	Однослойные изделия сложной конфигурации, группы изделий в одной форме	15	20	30	35
3	Многослойные, офактуренные декоративными материалами, крупногабаритные, изделия сложного профиля	20	30	35	40

**Примечание:** При формовках изделий, характеристика которых значительно отличается (в сторону усложнения) от приведенной в таблице, продолжительность ритма может быть увеличена против указанных, но не более чем на 20%.

Количество технологической линии рассчитывается по формуле:

$$\frac{П_p}{P} = \frac{7107}{5030} = 1,42 \approx 2 \quad ,$$

где  $П_p$  – годовая расчетная производительность;

$P$  – годовая производительность одной технологической линии.

Для дипломного проекта принимаем один агрегатно-поточная технологическая линия.

## **РАСЧЕТ КОЛИЧЕСТВА КАМЕР ТЕПЛОВОЙ ОБРАБОТКИ И РАСЧЕТ ПОТРЕБНОГО КОЛИЧЕСТВА ФОРМ**

### **Камеры циклического действия**

Пропарочные камеры ямного типа применяются при агрегатно-поточном способе производства. Ямные камера не являются стандартным оборудованием и поэтому их габаритные размеры и количества подбираются и рассчитываются отдельно для каждого конкретного случая.

Желательно, чтобы в одном пролете цеха все камеры были взаимозаменяемы и имели одинаковые размеры.

При назначении размеров камеры исходят из того, что глубина камеры не должна быть больше 2,8м во избежание значительных температурных перепадов по высоте. Необходимо учитывать, что в ямных камерах формы с изделиями устанавливаются одна на другую, в 4-6 ярусов.

С тем, чтобы не портилась открытая верхняя поверхность изделия и был доступ теплоносителя, между формами устанавливаются прокладки толщиной 5-7 см.

Таким образом, общая высота камеры будет складываться: из суммы высот форм, двух зазоров по 10 см между днищем нижней формы и полом камеры и верхней формы и крышки, зазоров между формами, равными толщинам прокладок.

Длина и ширина камеры определяется, исходя из общей длины и ширины изделий с учетом габаритных размеров формы и зазора между торцами и бортами формы и стенками камеры, принимаемыми от 10 до 15 см.

Если изделия в камере устанавливаются в плане в два или в три ряда, то учитываются зазоры между рядами. Обычно размеры камеры рассчитываются на общий объем изделий 18-20 м<sup>3</sup>.

Коэффициент использования объема камер для крупноразмерных изделий находится в среднем в пределах 0,3-0,4. Зная размеры и объем изделий, подвергаемых тепловой обработке при оптимальной ее загрузке за один цикл работы камеры, легко определить годовую производительность камеры, измеряемую в м<sup>3</sup> готовых изделий.

После определения производительности одной камеры рассчитывают общее количество камер в данном пролете. Полученное расчетом количество камер следует увеличить на 1-2 камеры, учитывая возможность увеличения программы цеха и остановки камер на ремонт.

Для сокращения сроков загрузки каждую освободившуюся камеру загружают изделиями со всех постов формования в данном пролете цеха. Продолжительность цикла работы камеры определяется суммой затрат времени на отдельные операции: снятие крышки, разгрузка после тепловой обработки; загрузка ее новыми изделиями; закрытие крышкой; тепловая обработка изделий.

Производительность камеры зависит не только от продолжительности цикла, но и от количества оборотов камеры в год.

Чтобы рассчитать потребное количество ямных камер необходимо определить среднюю продолжительность оборота ямной камеры.

Средняя продолжительность оборота ямной камеры ( $T_k$ ) определяется из таблицы, исходя из продолжительности пропаривания ( $S$ ) и цикла (времени) загрузки камеры ( $t_k$ ).

Время загрузки камеры (мин) определяется:

-при загрузке с одного поста  $t_k = t \cdot m$  (мин) ;

-при загрузке с двух постов  $t_k = t \cdot m/2$  (мин),

где  $t$  – цикл формования (мин) ;

$m$  - количество форм, размещаемых в камере;

$S$  – продолжительность пропаривания (приложение).

$$t_k = 15 \cdot 8/2 = 60 \text{ min}$$

**Средняя продолжительность оборота камеры ( $T_k$ )**

**в часах**

№	Время тепловой обработки, час	При цикле загрузки камеры ( $t_k$ ), мин							
		30	60	80	100	120	140	160	180
1	6	10	11	12	13	13,5	14,5	15	16
2	7	11,5	12	13	13,5	14,5	15	15,5	16,5
3	8	12	13	14	14,5	15,5	16	17	18
4	9	13	14	15	16	17	17,5	18,5	19
5	10	15	15,5	16,5	17,5	18,5	19	19,5	20,5
6	11	16	17	18	19	19,5	20,5	21	22,5
7	12	17,5	18,5	19	20,5	21	21,5	22,5	23
8	13	18,5	19,5	20	21	21,5	22	23	23,5
9	14	19	20	21	22	23	23,5	24,5	25
10	15	21	22	23	23,5	24,5	25	26	27
11	16	22	23	24,5	25	25,5	26,5	27,5	28,5
12	17-18	24	25	26	27	27,5	28,5	29	30

Потребное количество ямных камер в агрегатно-поточном производстве определяется:

$$M = \frac{60 \cdot h \cdot T_k}{24 \cdot t \cdot m} = \frac{60 \cdot 16 \cdot 17}{24 \cdot 15 \cdot 8} = 5,7 \approx 6 \quad (\text{шт.}),$$

где  $h$  - количество рабочих часов в сутки (по режиму работы предприятия, цеха).

### Расчет потребного количества форм

Потребность в формах при агрегатно-поточном производстве определяется из средней продолжительности оборота камеры.

Среднее время одного оборота формы:

$$T_\phi = T_k + \frac{t}{60} + \frac{\sum t_\phi}{60} = 17 + \frac{15}{60} + \frac{15 \cdot 2}{60} = 17 + 0,25 + 0,5 = 17,75 \quad (\text{час}),$$

где  $\sum t_\phi$  - время пребывания формы на остальных постах (распалубка, чистка, смазка, армирование, кроме поста бетонирования, как правило, оно кратко циклу формования).

Количество форм для одной агрегатно-поточной линии, оснащенной ямными камерами (округляемое до целого количества):

$$N = 1,05 \cdot \frac{60 \cdot h \cdot T_\phi}{24t} = 1,05 \cdot \frac{60 \cdot 16 \cdot 17,75}{24 \cdot 15} = 50 \quad (\text{шт.}),$$

где 1,05 – коэффициент запаса на ремонт.

## 1.7. РАСЧЕТ И ПОДБОР ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

В данном разделе приводится только технологический расчет оборудования, без каких-либо конструктивных расчетов отдельных узлов машины. Под технологическим расчетом оборудования понимается определение производительности машины (или установки) и определение числа машин, необходимых для выполнения производственной программы по данному переделу.

Общая формула для технологического расчета оборудования имеет вид:

$$P_M = \frac{P_T}{P_{II} K_{BH}} ,$$

где  $P_M$  - количество машин, подлежащих установке;

$P_T$  - требуемая часовая производительность по данному технологическому переделу;

$P_{II}$  - часовая производительность машин выбранного типа размера;

$K_{BH}$  - нормативный коэффициент использования оборудования по времени (принимается обычно равным 0,8-0,9).



### Ведомость оборудования цеха

№	Наименование и краткая характеристика оборудования	Ед. изм.	Количество	Примечание
1	Электрическая мостовой кран (грузоподъёмность – 20 т)	Шт.	2	
2	Вибраплошадка	Шт.	2	
3	Форма для изделия	Шт.	100	
4	Место для арматурных изделия	Шт.	2	
5	Бетоноукладчик	Шт.	2	
6	Самоходная тележка	Шт.	2	
7	Бадья для бетона	Шт.	4	

## 1.8. РАСЧЕТ СКЛАДА ЦЕМЕНТА

Бетоносмесительные цехи и заводы для хранения цемента оснащают обычно складами силосного типа. Они состоят из отдельных ячеек – силосов диаметром 5-10м, вместимостью 25-1500 т. и более изготовленных из металла или железобетона. Для мелких установок применяют инвентарные силосы объемом 10-20 т.

Нормируемый запас цемента применяют из условия 5-10 суточной потребности предприятия. Расчетное количество цемента для определения вместимости склада можно определить по формуле:

$$N_{\text{цем}} = \Pi_{\text{Г}} \cdot \text{Ц} \cdot \text{З}_{\text{ц}} \cdot 1,04 / 0,9 \text{С} \quad (\text{т}),$$

$$N_{\text{цем}} = \frac{7107 \cdot 0,357 \cdot 10 \cdot 1,04}{0,9 \cdot 262} = \frac{26387}{235,8} = 112 \text{ т}$$

где  $\Pi_{\text{Г}}$  – годовая производительность предприятия, м<sup>3</sup>;

$\text{З}_{\text{ц}}$  – запас цемента на складе, сутки;

1,04 – коэффициент возможных потерь цемента при разгрузочных и транспортных операциях;

0,9 – коэффициент заполнения емкости для хранения цемента;

С – количество рабочих дней в году;

Ц – усредненный расход цемента на 1 м<sup>3</sup> продукции, т.

### Техническая характеристика складов цемента

Вместимость склада, т	360 (240)	720 (480)	1700 (1100)	4000 (2500)	60
Количество силосных банок	6 (4)	6 (4)	6 (4)	6 (4)	4
Грузооборот склада, тыс.т/год	17 (11)	32 (23)	82 (54)	196 (131)	284
Число работающих в смене	2	2	2	2	2

Для дипломного проекта принимаем 4 силосных банок, объем каждого составляет 60т, общий объем 240т. Грузооборот склада, 11тыс.т/год. Число работающих в смене-2рабочих.

### 1.9. РАЧЕТ СКЛАДА ЗАПОЛНИТЕЛЕЙ

Склады заполнителей заводов железобетонных изделий могут быть различных типов в зависимости от вида транспорта, способа приема, хранения и выдачи заполнителей. Склады могут быть открытыми и закрытыми, а в зависимости от способа складирования и хранения заполнителей – штабельные, полубункерные и силосные. Штабельные и полубункерные склады могут быть оборудованы эстакадами, подземными галереями и т.д.

Нормативные запас материалов на складе заполнителей принимают 5-10 сут. Ориентировочно на 1м<sup>3</sup> тяжелого бетона требуется 0,45м<sup>3</sup> песка и 0,9м<sup>3</sup> щебня или гравия, а легкого бетона соответственно 0,55 и 0,8м<sup>3</sup>. При использовании фракционированных заполнителей вводят поправочный коэффициент (для двух фракций -1,05, трех-1,1, четырех -1,15).

Вместимость склада заполнителей определяются по формуле:

$$\text{для песка} \quad N_{\text{п}} = P_{\text{г}} \cdot П \cdot Z_{\text{п}} \cdot 1,04 / 0,9 \cdot C \quad (\text{м}^3);$$

$$\text{для щебня} \quad N_{\text{щ}} = P_{\text{г}} \cdot Щ \cdot Z_{\text{щ}} \cdot 1,04 / 0,9 \cdot C \quad (\text{м}^3);$$

$$N_{\text{п}} = 7107 \cdot 0,45 \cdot 10 \cdot 1,04 / 0,9 \cdot 262 = 33260 / 235,8 = 141 \text{м}^3$$

$$N_{\text{щ}} = 7107 \cdot 0,9 \cdot 10 \cdot 1,04 / 0,9 \cdot 262 = 66520 / 235,8 = 282 \text{м}^3$$

где  $P_{\text{г}}$  – годовая производительность предприятия, м<sup>3</sup>;

$П$  – расход песка -0,45 м<sup>3</sup>;

$Z_{\text{ц}}$  - запас песка и щебня на складе, сутки;

1,04 – коэффициент возможных потерь;

0,9 – коэффициент заполнения склада;

$C$  – количество рабочих дней в году,;

Щ – расход щебня –  $0,9\text{ м}^3$ .

Максимальная высота штабелей заполнителей во время их отсыпки с эстакад составляет 12 м при угле естественного откоса  $40^\circ$ . При разгрузке заполнителя с железнодорожного состава передвижной разгрузочной машиной высоту штабеля принимают 4-6 м. Наименьшее число отсеков для хранения заполнителей: для песка – 2; для крупного заполнителя – 4.

Общую площадь склада заполнителей определяют по формуле:

$$S_{\text{скл.}} = S_{\text{п}} \cdot K_{\text{п}} = 423 \cdot 1,4 = 592 \text{ м}^2$$

где  $S_{\text{п}}$  – полезная площадь склада, равная суммарной площади всех штабелей,  $\text{м}^2$ ;

$K_{\text{п}}$  – коэффициент увеличения площади склада для устройства проездов, проходов и т.д. ( $K_{\text{п}} = 1,4 - 1,5$ ).

### 1.10. РАСЧЕТ БЕТОНОСМЕСИТЕЛЬНОГО ЦЕХА

На заводах сборного железобетона следует использовать стационарные бетоносмесители периодического действия со свободным падением (гравитационные) и с принудительным перемешиванием материалов.

Выбор марки бетоносмесителей следует производить с учетом их основных характеристик: объем готового замеса, количество замесов в час, способа перемешивания, предельной крупности заполнителя и др.

Часовая производительность бетоносмесительной установки определяется по формуле:

$$Q_{\text{ч}} = V \cdot \Pi_3 \cdot K_{\text{в}} \cdot K_{\text{н}} \cdot m / 1000 \quad (\text{м}^3/\text{ч}),$$
$$Q_{\text{ч}} = 250 \cdot 15 \cdot 0,91 \cdot 0,8 \cdot 0,74 / 1000 = 2,02 \text{ м}^3/\text{ч}$$

где  $V$  – объем смесительного барабана;

$K_{\text{в}}$  – коэффициент использования времени – 0,91;

$K_n$  – коэффициент неравномерности выдачи – 0,8;

$m$  – коэффициент выхода бетонной смеси – 0,65 – 0,75;

$\Pi_3$  – число замесов в час.

Количество замесов ( $\Pi_3$ ) в бетоносмесителях емкостью 325 л и выше, замесов в час:

- принудительное перемешивание -20;
- гравитационное перемешивание жестких смесей – 15;
- то же, смесей на легких заполнителях -15;
- силикатных и ячеистых смесей – 10;
- растворов – 30.

Годовая производительность бетоносмесительного узла определяется по формуле:

$$Q_{\Gamma} = Q_{\text{ч}} \cdot T_{\text{см}} \cdot N \cdot T_{\text{ф}} \quad (\text{м}^3),$$

$$Q_{\Gamma} = 2,02 \cdot 8 \cdot 2 \cdot 247 = 7983 = 7,9 \text{ тыс. м}^3/\text{год}$$

где  $Q_{\text{ч}}$  – часовая производительность бетоносмесителя  $\text{м}^3/\text{ч}$ ;

$T_{\text{см}}$  – время работы в смену, ч;

$N$  – количество смен;

$T_{\text{ф}}$  – годовой фонд времени работы оборудования -247 сут.

#### Техническая характеристика бетоносмесителей

№	Наименование показателей	Гравитационные смесители				Смесит. Принудит. Действия			
		СБ-101	СБ-30Б	СБ-16Б	СБ-10В	СБ-80	СБ-35	СБ-79	СБ-138
1	Вместимость, л	100	250	500	1200	250	500	750	1500
2	Объем готового замеса, л.	65	165	330	800	165	375	500	1000
3	Число циклов, цикл/ час	Ручн.	Упр.	30	20	-	40	-	45

### Техническая характеристика бетоносмесительных установок и цехов

№	Наименование установки	Шифр проект а	Производи- тельность		Мощность двигателя, Вт.	Численно- сть работающ.	
			М <sup>3</sup> /ч	т.м <sup>3</sup> /Г			
1	Типовые секции: -унифицированные с двумя бетоносмесителями 1200 или 1500л	409-28-23/74	48	160	153	6	
2	-автоматизированные с двумя смесителями 500 или 750 л.	409-28-30	20 25	70 92	83	6	
3	Автоматизирование установки: -с двумя смесителями 1200 или 1500 л	409-28-28	48 60	160 200	175	10	
4	-с четырьмя смесителями 1200 или 1500л.	409-28-29	96	320	323	14	

Для дипломного проекта принимаем 2 стационарные бетоносмесители с принудительным перемешиванием материалов.

### 1.11. РАСЧЕТ СКЛАДА ГОТОВОЙ ПРОДУКЦИИ

Склады готовой продукции на предприятиях железобетонных изделий предназначены для приема и хранения принятых отделом технического контроля изделий до отгрузки их потребителю по железной дороге или автотранспортом. В теплое время года склад используют для выдерживания изделий с целью ускорения оборачиваемости пропарочных камер и форм.

В состав склада входят сборно-разборные деревянные и металлические кассеты для хранения в них в вертикальном или слегка наклонном положении крупноразмерных панелей, кондукторы для индивидуального или группового хранения и укрупнительной сборки железобетонных изделий, инвентарные подкладки и прокладки, кантователи, траверсы, такелаж, роликовые лапы и трапы, ручные скаты. Высота штабелирования изделий – мелких-1,6 м, крупных -3м. Расстояние между штабелями изделий – 20см, а через каждые два штабеля – проходы от 0,7-1м и один центральный проход -1,5м.

Площадь склада готовой продукции определяется по формуле:

$$A = Q_{\text{сут.}} \cdot T_{\text{хр}} \cdot K_1 \cdot K_2 / Q_{\text{н}} \quad (\text{м}^2),$$

$$A = \frac{904 \cdot 10 \cdot 1,5 \cdot 1,3}{1} = 17628 \text{ м}^2$$

где  $Q_{\text{сут}}$  – количество изделий, поступающих в сутки,  $\text{м}^3$ ;

$T_{\text{хр}}$  – продолжительность хранения изделий – 10-14 сут.;

$K_1$  – коэффициент учитывающий площадь на проходы-1,5м;

$K_2$  – коэффициент учитывающий увеличение площади склада в зависимости от типа крана:

- мостовые - 1,3;

- башенные -1,5;

- козловые - 1,7;

$Q_{\text{н}}$  – нормативный объем изделий, допускаемый для хранения на  $1 \text{ м}^2$  площади склада:

-для ребристых панелей, ферм, балок покрытий и других конструкций сложного профиля –  $0,5 \text{ м}^3/\text{м}^2$ ;

-для пустотных панелей, колонн и других линейных элементов –  $1 \text{ м}^3/\text{м}^2$ .

Например: объем фермы (расход бетонной смеси) -  $4 \text{ м}^3$ .

Если на  $1 \text{ м}^2$  площади нормативный объем изделий -  $0,5 \text{ м}^3$ , то на  $4 \text{ м}^3$  изделий требуется  $8 \text{ м}^3$  площади склада.

## **2. Расчетная часть**



## 2.1. Расчет железобетонной двутавровой балки покрытия

### Задание на проектирование.

Рассчитать предварительно напряженную двухскатную балку для покрытия промышленного здания. Расстояние между разбивочными осями здания  $l=18\text{м}$ , между осями опор балки  $l_0=17,65\text{м}$ , шаг балок  $B=6\text{м}$ . Балка изготавливается из бетона класса В35 с тепловой обработкой; армирование выполняется высокопрочной проволокой периодического профиля диаметром 5 мм класса Вр-II натягиваемой на упоры. Поперечная арматура из стали класса А-V, сварные сетки из стали класса Вр-I, конструктивная арматура из стали класса А-I.

### Расчетные данные.

Нормативное сопротивление высокопрочной проволоочной арматуры периодического профиля диаметром 5мм класса Вр-II:  $R_{sser} = 1255 \text{ МПа}$ , расчетное сопротивление  $-R_s = 1045 \text{ МПа}$ ,  $E_s = 2 \cdot 10^5 \text{ МПа}$ ;

Для арматуры класса А-V:  $R_{s,ser} = 785 \text{ МПа}$ ,  $R_s = 680 \text{ МПа}$ , при  $d=10-32\text{мм}$   $E_s = 1,9 \cdot 10^5 \text{ МПа}$ .

Для бетона класса В35:  $R_{b,ser} = 25,5 \text{ МПа}$ ,  $R_{bt,ser} = 1,95 \text{ МПа}$ ,  $R_b = 19,5 \text{ МПа}$ ,

$R_{bt} = 1,3 \text{ МПа}$ , для бетона подвергнутого тепловой обработке  $E_b = 31000 \text{ МПа}$ , коэффициент условий работы  $\gamma_{b2} = 0,9$ .  $R_{bp} = 0,8B = 0,8 \cdot 35 = 28 \text{ МПа}$ .

Предварительное контролируемое напряжение назначаем:

$$\sigma_{sp} = 0,7 \cdot R_{s,ser} = 0,7 \cdot 1255 \text{ МПа} = 880 \text{ МПа}.$$

Предварительное назначение размеров сечения балки:

### расчетный пролет балки:

$l_0 = l - 2\Delta - 2a_0 = 18000 - 2 \cdot 25 - 2 \cdot 150 = 17650\text{мм}$ , где  $\Delta$ -расстояние от оси здания до торца балки (25-30мм);  $a_0$ -расстояние от торца балки до середины опоры (15-20см).

$$h = 1540 \text{ мм}; h_{op} = 790\text{мм}, b'_f = 400\text{мм}, b_f = 270\text{мм}, b = 100 \text{ мм}.$$

Таблица -5.3. Подсчет нагрузки на балку покрытия.

Вид нагрузки	Нормативная нагрузка, кН/м	Ishonchlilik koeffitsient $\gamma_f$	Расчетная нагрузка, кН/м
Постоянная:			
- от покрытия	$2,6 \cdot 6 = 15,6$	-	$3,03 \cdot 6 = 18,18$
- от собственного веса балки	5,05	1,1	5,55

-от вентиляционных коробов и трубопроводов	$0,5 \cdot 6 = 3$	1,2	3,6
итого	$g_1^n = 23,65$	-	$g_1 = 27,33$
Временная (снег):			
- длительная - $p_{ld}$	$0,3 \cdot 6 = 1,8$	1,4	2,5
- кратковременная- $p_{cd}$	$0,7 \cdot 6 = 4,2$	1,4	5,9
полная:			
- постоянная и длительная	25,45	-	29,83
-кратковременная	4,2	-	5,9
Всего	$q^n = 29,65$	-	$q = 35,73$

### Определение нагрузок и усилий.

Вычисляем изгибающие моменты и поперечные силы с учетом коэффициента надежности по назначению  $\gamma_n = 0,95$ :

Максимальный момент в середине пролета от полной расчетной нагрузки:  $M_c = q l_0^2 \gamma_n / 8 = (35,73 \cdot 17,65^2) 0,95 / 8 = 1320 \text{ кН} \cdot \text{м}$

Максимальный момент в середине пролета от полной нормативной нагрузки

$$M_c^n = q^n l_0^2 \gamma_n / 8 = (29,65 \cdot 17,65^2) 0,95 / 8 = 1100 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

Наибольшая поперечная силы от полной расчетной нагрузки

$$Q = q l_0 \gamma_n / 2 = 35,73 \cdot 17,65 \cdot 0,95 / 2 = 300 \text{ кН}$$

Изгибающий момент в 1/3 пролета балки от расчетной нагрузки ( $x_1 = l_0 / 3 = 17,65 / 3 = 5,89 \text{ м}$ )

$$M_1 = \frac{qx_1(l_0 - x_1)}{2} \gamma_n = \frac{35,73 \cdot 5,89(17,65 - 5,89)}{2} 0,95 = 1175 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

### **Предварительный расчет сечения арматуры.**

Из условия обеспечения прочности сечение напрягаемой арматуры должно быть:

$$A_{sp} \geq \frac{M_c}{0,9h_0R_s} = \frac{1320 \cdot 10^5}{0,9 \cdot 145 \cdot 1015(100)} = 9,7 \text{ см}^2$$

В сечение на расстоянии 1/3 пролета от опоры балки

$$A_{sp} \geq \frac{M_1}{0,9h_{01}R_s} = \frac{1175 \cdot 10^5}{0,9 \cdot 121 \cdot 1045(100)} = 10,3 \text{ см}^2$$

где  $h_0 = h - a = 154 - 18/2 = 145 \text{ см}$ ,

$$h_1 = h_{os} + \frac{h - h_{os}}{l/2} x = 0,79 + \frac{1,54 - 0,79}{18/2} 6,05 = 1,3 \text{ м}$$

$h_{01} = 1,21 \text{ м}$

Ориентировочное сечение напрягаемой арматуры из условия обеспечения трещиностойкости:

$$A_{sp} \geq \frac{Mc}{\beta h_0 R_s} = \frac{1320 \cdot 10^5}{0,6 \cdot 145 \cdot 1045(100)} = 14,5 \text{ см}^2$$

Где,  $\beta = 0,5 \div 0,6$ .

Необходимое число проволоки Ø5 Вр-II,  $A_s = 0,196 \text{ см}^2$

$$n = \frac{A_{sp}}{A_s} = \frac{14,5}{0,196} = 74$$

Назначаем 75Ø5 Вр-II  $A_s = 14,7 \text{ см}^2$ .

Таким образом для дальнейших расчетов предварительно принимаем: площадь напряганной арматуры  $A_s = 14,7 \text{ см}^2$ , площадь напрягаемой арматуры в сжатой зоне бетона конструктивно  $4\text{Ø}10\text{A} - \text{V}$ ,  $A_s = 3,14 \text{ см}^2$ , то же в растянутой зоне  $A_s = 3,14 \text{ см}^2$ .

Можно также применить канаты класса К-7,  $d = 15 \text{ мм}$ ,  $R_s = 1030 \text{ МПа}$ . В этом случае  $\beta = 0,6$

$$A_{sp} = \frac{1320 \cdot 10^5}{0,6 \cdot 145 \cdot 1080(100)} = 14,2 \text{ см}^2$$

Число канатов  $n = \frac{A_{sp}}{A_s} = \frac{14,2}{1,416} = 10$

### **Определение геометрических характеристик приведенного сечения.**

Отношение модулей упругости  $\alpha = \frac{E_s}{E_b} = \frac{1,9 \cdot 10^5}{0,31 \cdot 10^5} = 6,13$

Приведенная площадь арматуры:

$$\alpha \cdot A_{sp} = 6,13 \cdot 14,2 = 87,1 \text{ см}^2$$

$$\alpha \cdot A_{sp} = 6,13 \cdot 3,14 = 19,3 \text{ см}^2$$

Рис. 5.11. Расчетное сечение балки в середине пролета



Площадь приведенного сечения посередине балки (рис. 5.11)

$$A_{red} = 40 \cdot 16 + 15 \cdot 5 + 27 \cdot 18 + 8,5 \cdot 6 + 109 \cdot 10 + 87,1 + 19,3 = 1872 \text{ см}^2.$$

Статический момент сечения относительно нижней грани

$$S_{red} = 40 \cdot 16 \cdot 146 + 15 \cdot 5 \cdot 135,5 + 27 \cdot 18 \cdot 9 + 8,5 \cdot 6 \cdot 21 + 109 \cdot 10 \cdot 78,5 + 87,1 \cdot 9 + 19,3 \cdot 151 = 178073 \text{ см}^3.$$

Расстояние от центра тяжести приведенного сечения до нижней грани  $y_0 = S_{red}/A_{red} = 178073/1872 = 95 \text{ см}$ ; то же, до верхней грани  $y'_0 = 154 - 95 = 59 \text{ см}$ .

Момент инерции приведенного сечения относительно центра тяжести сечения

$$\begin{aligned} l_{red} &= l_0 + A a_i^2 = \frac{40 \cdot 16^3}{12} + 40 \cdot 16 \cdot 65^2 + \frac{15 \cdot 5^3}{12} + \\ &+ 15 \cdot 5 \cdot 54,5^2 + \frac{27 \cdot 18^3}{2} + 27 \cdot 18 \cdot 72^2 + \frac{8,5 \cdot 6^3}{12} + \\ &+ 8,5 \cdot 6 \cdot 60^2 + \frac{10 \cdot 109^3}{12} + 10 \cdot 109 \cdot 2,5^2 + 93,1 \cdot 72^3 + 20,5 \cdot 70^2 = \\ &= 7287911 \text{ см}^2 \end{aligned}$$

где  $l_0$  — момент инерции рассматриваемого сечения относительно своего центра тяжести;  $A$  — площадь сечения;  $a_i$  — расстояние от центра

тяжести рассматриваемой части сечения до центра тяжести приведенного сечения.

Момент сопротивления приведенного сечения для нижней растянутой грани балки при упругой работе материалов

$$W_{red}=I_{red}/y_0=7287911/81=89800 \text{ см}^3$$

то же, для верхней грани балки

$$W'_{red}=I_{red}/y'_0=7287911/73=99800 \text{ см}^3$$

Расстояние от центра тяжести приведенного сечения до верхней ядровой точки

$$r=\phi_n W_{red}/A_{red}=0.85 \cdot 89800/1872=40.7 \text{ см}$$

где при  $\sigma_b/R_{s,ser}=0.75$ ;  $\phi_n=1.6-\sigma_b/R_{b,ser}=1.6-0.75=0.85$ ; то же, до нижней ядровой точки

$$r_{lnf}=\phi_n \cdot W_{red}/A_{red}=0.85 \cdot 89800/1872=40.7 \text{ см}.$$

Момент сопротивления сечения для нижней грани балки с учетом неупругих деформаций бетона

$$\begin{aligned} W_{pl} &= [0,292+0,75 (y_1+2ma)+0,075(y'_1+2m'_a)]bh^2= \\ &= [0,292+0,75(0,232 + 2-0,00955-6.15)+0,075-0,722] \cdot 10 \cdot 154^2 = \\ &= 142 \ 500 \text{ см}^3. \end{aligned}$$

где

$$\chi_1=b_f-b/bh \cdot h_f=27-10/10 \cdot 154 \cdot 21=0.32; \alpha=6.15$$

$$\chi'_1=2(b_f-b)/bh \cdot h'_f=2(40-10)/10 \cdot 154 \cdot 18.5=0.722;$$

$$\mu=A_{sp}/bh=14.7/(10 \cdot 154)=0.00955; \mu'=0;$$

приблизительно можно принять  $W_{pl}=\chi W_{red}=1,5 \cdot 89 \ 800 = 134 \ 700 \text{ см}^3$ ; здесь  $\chi=1,5$  — по прил. VI; то же, для верхней грани балки

$$\begin{aligned} W'_{pl} &= [0,292+0,75 - 0,361 +0,075 (0,495+2 \cdot 0,00955 \cdot 6,15)] \cdot 10 \cdot 154^2= \\ &= 145 \ 000 \text{ см}^3. \end{aligned}$$

Здесь:

$$\chi_1=b'_f-b/bh \cdot h'_f=40-10/10 \cdot 154 \cdot 18.5=0.361; \alpha=6.15$$

$$\chi'_1=2(b_f-b)/bh \cdot h_f=2(27-10)/10 \cdot 154 \cdot 21=0.495; \mu=0; \mu'=0.00955.$$

Можно также принимать  $W'_{pl}=\gamma W'_{red}=1,5 \cdot 99800=149 \ 700 \text{ см}^3$ .

**Определение потерь предварительного напряжения арматуры.**  
Первые потери: от релаксации напряжений арматуры

$$\sigma_l=(0.22 \cdot \sigma_{bp}/R_{s,ser}-0.1)\sigma_{bp}=(0.22 \cdot 880/1255-0.1) \cdot 880=48.5 \text{ Мпа};$$

от температурного перепада (при  $\Delta t = 65^\circ$ )

$$\sigma_2 = 1.25 \Delta t = 1.25 \cdot 65 = 80 \text{ МПа};$$

от деформации анкеров у натяжных устройств при длине арматуры  $l = 19 \text{ м}$

$$\sigma_3 = E_s \Delta l / l = 1,9 \cdot 10^5 \cdot 0.002 / 19 = 20 \text{ МПа};$$

Усилие обжатия бетона с учетом потерь  $\sigma_1$ ,  $\sigma_2$ ,  $\sigma_3$  при коэффициенте точности натяжения  $\gamma_{sp} = 1$

$$\begin{aligned} P_l &= \gamma_{sp} A_{sp} (\sigma_{sp} - \sigma_1 - \sigma_2 - \sigma_3) = 1 \cdot 14.7 (880 - 485 - 80 - 20) (100) = \\ &= 14.7 \cdot 730 (100) = 1076 \cdot 10^3 \text{ Н} = 1076 \text{ кН} \end{aligned}$$

Эксцентриситет действия силы  $P_l$ :  $e_{op} - y_0 - a = 81 - 10,5 = 70,5 \text{ см}$ .

Расчетный изгибающий момент в середине балки от собственного веса, возникающий при изготовлении балки в вертикальном положении,  $M_c = (q_c l^2 o) / 8 = (5,55 \cdot 17,5^2) / 8 = 218 \text{ кН} \cdot \text{м} = 218 \cdot 10^5 \text{ Н} \cdot \text{см}$ ; то же нормативный  $M_c^n = 218 \cdot 10^5 / 1,1 = 198 \cdot 10^5 \text{ Н} \cdot \text{см}$ .

Напряжение обжатия бетона на уровне центра тяжести напрягаемой арматуры от действия усилия  $P_u$  и момента  $M_c^n$

$$\begin{aligned} \sigma_{bp} &= ((P_l / A_{red}) + (P_{llop} - M_c^n / I_{red}))(y_0 - a) = \\ &= 1076 \cdot 10^3 / 2451 + 1076 \cdot 10^3 \cdot 70,5 - 198 \cdot 10^3 / 7287911 \cdot 70,5 = \\ &= 1005 \text{ Н/см}^2 = 10.05 \text{ МПа} \end{aligned}$$

Отношение  $a_{bp} / R_{bp} = 1005 / 28 = 0,358 < 0,75$ , что удовлетворяет п. 1.39 СНиП [13]. Это отношение меньше  $a_{max} = 0,8$  для бетона класса В35 ( $a = 0,25 + 0,025 / R_{bp} < 0,8$ ;  $a = 0,25 + 0,025 \cdot 28 = 0,95$ ; принято  $a = 0,8$ ). Поэтому потери напряжений от быстронатекающей ползучести для бетона, подвергнутого тепловой обработке, будут:

$$\sigma_6 = 0.85 \cdot 40 \sigma_{bp} / R_{bp} = 0.95 \cdot 40 \cdot 10,05 / 28 = 13.6 \text{ МПа}.$$

Первые потери:  $\sigma_{lost} = \sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3 + \sigma_6 = 48.5 + 80 + 20 + 13.6 = 162.1 \text{ МПа}$ .

Вторые потери: от усадки бетона класса В35, подвергнутого тепловой обработке при атмосферном давлении,  $\sigma_8 = 35 \text{ МПа}$ , от ползучести бетона при  $\sigma_{bp} / R_{bp} = 0.358 < \alpha = 0.75$ .

$$\sigma_9 = 0.85 \cdot 150 \sigma_{bp} / R_{bp} = 0.85 \cdot 150 \cdot 0,358 = 45,6 \text{ МПа}.$$

Суммарное значение вторых потерь:

$$\sigma_{los2} \approx \sigma_8 + \sigma_9 = 35 + 45.6 = 80.6 \text{ МПа} \approx 81 \text{ МПа}.$$

Полные потери предварительного напряжения арматуры

$$\sigma_{los} = \sigma_{los1} + \sigma_{los2} = 162 + 81 = 243 \text{ МПа}.$$

Усилие обжатия с учетом полных потерь:  $P_2 = A_{sp} (\sigma_{sp} - \sigma_{los}) = 14,7 (880 - 243) (100) = 936 \text{ 000 Н} = 936 \text{ кН}$ .

### Расчет прочности балки по нормальному сечению.

Определяем положение нейтральной оси из условия (при  $\gamma_{s4} = 1$ )

$$R_s A_{sp} < R_b \gamma_{b2} b' f + R_{sc} A'_s;$$
$$680(100)14.7 < 19,5(100)0.9 \cdot 40 \cdot 18.5 + 400(100)3.14;$$
$$999 \text{ кН} < 1424 \text{ кН};$$

следовательно, нейтральная ось проходит в полке, вблизи ребра.

Находим граничное значение  $\xi_R$ ;

$$\xi_R = \omega / ((1 + \sigma_{sR} / \sigma_{sc,u} (1 - \omega / 1.1)) = 0.727 / ((1 + 565 / 500 (1 - 0.692 / 1.1)));$$

где

$$\omega = \alpha - 0.008 R_b \gamma_{b2} = 0.85 - 0.008 \cdot 19,5 \cdot 0.9 = 0.709$$
$$\sigma_{sr} = R_s + 400 - \sigma_{sp} = 1045 + 400 - 880 = 565 \text{ МПа};$$
$$\sigma_{scu} = 500 \text{ МПа при } \gamma_{b2} < 1.$$

Высоту сжатой зоны  $x$  находят по формуле (2.36)

$$x = (R_s A_{sp} - R_{sc} A'_s) / R_b \gamma_{b2} b' f = (1045 \cdot 14.7 - 400 \cdot 3.14) / 19,5 \cdot 0.9 \cdot 40 = 23.1 \text{ см.}$$

отношение  $x/h_0 = 23,1/145 = 0,158 < \xi_R = 0,47$ .

Изгибающий момент, воспринимаемый сечением в середине балки, по формуле (2.35)

$$M = R_b \gamma_{b2} b' f x (h_0 - 0.5x) + R_{sc} A'_s (h_0 - a') = 19,5(100) 0,9 \cdot 40 \cdot$$
$$\cdot 23,1(145 - 0,5 \cdot 23,1) + 400(100)3,14(145 - 3) = 2123 \cdot 10^3 \text{ Н} \cdot \text{см} =$$
$$= 2123 \text{ кН} \cdot \text{м} > M_c = 1320 \text{ кН} \cdot \text{м}.$$

**Расчет прочности сечений, наклонных к продольной оси по поперечной силе.** Максимальная поперечная сила у грани опоры  $Q = 300$  кН. Размеры балки у опоры:  $h = 80$  см,  $h_0 = 80 - 9 = 71$  см,  $b = 10$  см (на расстоянии 0,75 м от торца),  $B = 27$  см на опоре (см. рис. 5.10, вид по  $A-A$ ).

Вычисляем проекцию расчетного наклонного сечения на продольную ось  $s$  по ранее принятой последовательности:

коэффициент  $\phi_f$ , учитывающий влияние свесов сжатой полки

$$\phi_f = 0.75 \cdot (b_f - b) h'_f / b h_0 = 0.75 \cdot (40 - 10) 18.5 / 10 \cdot 71 = 0.95 > 0.5;$$

принято  $\phi_f = 0,5$ ;

влияние продольного усилия обжатия:

$$\phi_n = 0.1 N / R_{bt} b h_0 = 0.1 \cdot 940000 / 1.3(100) 10 \cdot 71 = 0.95 > 0.5;$$

принимаем  $\phi_n = 0,5$ ; параметр  $(1 + \phi_f + \phi_n) = 1 + 0,5 + 0,5 = 2 > 1,5$ , принимаем 1,5.

Вычисляем:

$$B_b = \phi_{b2}(1 + \phi_f + \phi_n) R_{bf} b h_0^2 = 2 \cdot 1,5 \cdot 1,3 (100) 10 \cdot 71^2 = 212 \cdot 10^5 \text{ Н} \cdot \text{см}.$$

В расчетном наклонном сечении  $Qb = Q_{sw} = QI_2$ , следовательно,  $c = B_b / 0,5Q = 212 \cdot 10^5 / 0,5 \cdot 300\,000 = 141,5 \text{ см} \sim 2h_0 = 2 \cdot 71 = 142 \text{ см}$ . Тогда  $Q_b = B_b / c = 212 \cdot 10^3 / 141,5 = 148 \cdot 10^3 \text{ Н} = 148 \text{ кН} < Q = 300 \text{ кН}$ ; требуется поперечное армирование по расчету.

Принимаем для поперечных стержней арматуру диаметром 10 мм класса А-V,  $A_{sw} = 0,503 \text{ см}^2$ . По конструктивным требованиям шаг поперечных - стержней  $s$  должен быть не более  $1/3h$  и не более 50 см;  $S = h/3 = 80/3 = 27 \text{ см}$ , принимаем предварительно на опорах участках длиной около 3 м  $S = 10 \text{ см}$ .

Усилие, воспринимаемое поперечными стержнями у опоры на 1 см длины балки,

$$q_{sw} = R_{sw} A_{sw} n_x / s = 545 (100) 0,503 \cdot 2 / 10 = 5482 \text{ Н/см},$$

где  $R_{sw} = 545 \text{ МПа}$  для арматуры класса А-V;  $n_x = 2$ .

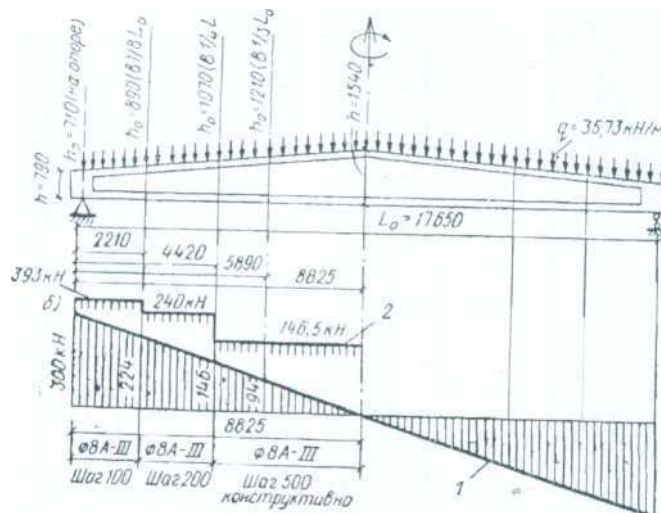


Рис. 5.12. К расчету балки на действие поперечных усилий

$u$  — схема нагружения балки;  $b$  — эпюра усилий от нагрузки и по армированию поперечными стержнями;  $/$  — эпюра  $Q$  по расчету;  $2$  — то же, по армированию

Число поперечных стержней в одном сечении;  $q_{sw} = 5482 > 0,5\phi_{б3} (1 + \phi_f + \phi_n) R_{bf} b = 0,5 \cdot 0,6 \cdot 1,5 \cdot 1,3 (100) \cdot 10 = 585 \text{ Н/см}$ ; условие (83) СНиП [13] удовлетворяется.

Длина  $C_0$  проекции опасной наклонной трещины на продольную ось балки (формула (80) СНиП [13])

$$C_0 = \sqrt{\phi_{b2}(1 + \phi_f + \phi_n) R_{bf} b h_0^2 / q_{sw}} = \sqrt{212 \cdot 10^5 / 5482} = 62$$

Поперечное усилие  $Q_{sw} = q_{sw} c_0 = 5482 \cdot 62 = 340 \cdot 10^3 \text{ Н} = 340 \text{ кН}$ . Поперечная сила при совместной работе бетона и поперечной арматуры  $Q_{b.sw} = Q_b + Q_{sw} = 148 + 340 = 488 \text{ кН}$ , что больше  $Q_{\max} = 300 \text{ кН}$ ; прочность наклонного сечения обеспечена.



На остальных участках балки поперечные стержни располагаем в соответствии с эпюрой  $Q$  (рис. 5.12).

Для средней половины пролета при  $h_c = 107$  см и по конструктивным требованиям  $s_{\max} = 50$  см:

$$q_{sw} = \sqrt{405(100)0.503 \cdot 2/50} = 570 \text{ Н/см};$$

$$c_0 = \sqrt{2 \cdot 1.5 \cdot 1.4(100)10 \cdot 107^2 / 570} = 291 > 2h_0 = 2 \cdot 107 = 214 \text{ см}$$

принимаем  $c_0 = 2h_0 = 214$  см;  $c = c_0 = 214$  см;

$$Q_{sw} = q_{sw}c_0 = 570 \cdot 214 = 124 \cdot 10^3 \text{ Н} = 124 \text{ кН};$$

$$Q_b = \phi_{b2} (1 + \phi_{l1} + \phi_{l2}) R_{bt} b h^2 o / c = 2 \cdot 1.5 \cdot 1.2(100) 10 \cdot 107^2 / 214 =$$

$$= 22.5 \cdot 10^3 \text{ Н} \approx 22.5 \text{ кН};$$

$$Q_{b,sw} = Q_b + Q_{sw} = 124 + 22.5 = 146.5 \text{ кН} > Q =$$

$$= 146 \text{ кН (в } 1/4 \text{ пролета)}.$$

Для сечения в  $1/8$  пролета при  $h_0 = 89$  см и  $s = 20$  см;

$$q_{sw} = \sqrt{\frac{285(100)0.503 \cdot 2}{20}} = 1430 \text{ Н/см};$$

$$c_0 = \sqrt{\frac{2 \cdot 1.5 \cdot 1.4(100)10 \cdot 89^2}{1430}} = 153 \text{ см} < 2h_0 = 2 \cdot 89 = 178 \text{ см};$$

$$Q_{sw} = q_{sw}c_0 = 1430 \cdot 153 = 219 \cdot 10^3 \text{ Н} = 219 \text{ кН}$$

$$Q_b = 2 \cdot 1.5 \cdot 1.4(100)10 \cdot 89^2 / 153 = 21.7 \cdot 10^3 \text{ Н} = 21.7 \text{ кН};$$

$$Q_{b,sw} = Q_b + Q_{sw} = 21.7 + 219 = 240.7 \text{ кН} > Q = 224 \text{ кН}.$$

Окончательно принятое поперечное армирование балки показано на рис. 5.14 (см. каркасы К-1 и К-2).

**Расчет по предельным состояниям второй группы. Расчет по образованию трещин, нормальных к оси балки.** В этом расчете следует проверить трещиностойкость балки при действии эксплуатационных нагрузок (при  $\gamma_1 > 1$ ) и при отпуске натяжения арматуры.

*Расчет при действии эксплуатационных нагрузок* равно действующая усилий обжатия бетона с учетом всех потерь при  $\gamma_{sp} = 1.0$ .

$$P_2 = \gamma_{sp} A_{sp} (\sigma_{sp} - \sigma_{los}) = 1 \cdot 14.7(880 - 256)(100) =$$

$$= 918 \cdot 10^3 \text{ Н} = 918 \text{ кН}.$$

$$\text{а при } \gamma_{sp} = 0.9 \quad P_{02} = 0.9 \cdot 918 = 826 \text{ кН}.$$

Эксцентриситет равнодействующей  $e_0 = y_0 - a = 81 - 9 = 72$  см. Момент сил обжатия относительно верхней ядровой точки

$$M_{rp} = P_{02}(r + e_0) = 826(31.2 + 72) = 85098 \text{ кН} \cdot \text{см} = 851 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

Момент, воспринимаемый сечением балки в стадии эксплуатации непосредственно перед образованием трещин в нижней части,

$$M_{crc} = R_{bt,ser} W_{pl} + M_{rp} = 1,95(100)142\,500 + 851 \cdot 10^5 = 1174 \cdot 10^5 \text{ Н} \cdot \text{см} = 1174 \text{ кН} \cdot \text{м} > M_c^n = 1100 \text{ кН} \cdot \text{м} \text{ (при } \gamma_f = 1), \text{ поэтому расчет на раскрытие трещин можно не производить.}$$

При отпуске натяжения арматуры усилие обжатия бетона при  $\gamma_{sp} = 0,9$ :

$$P_{0l} = \gamma_{sp} A_{sp} (\sigma_{sp} - \sigma_{losl}) = 0,9 \cdot 14,7 (880 - 160) (100) = 952 \cdot 10^3 \text{ Н} = 952 \text{ кН}.$$

Момент усилия  $P_{0l}$  относительно нижней ядровой точки

$$M'_{crc} = R_{bt,ser} W'_{pl} - M_{rp} = 1,95(100) 145\,000 - 355 \cdot 10^5 =$$

Момент внутренних усилий в момент отпуска натяжения

$$M'_{crc} = R_{bt,ser} W'_{pl} - M_{rp} = 1,95(100) 145\,000 - 355 \cdot 10^5 = -72 \cdot 10^5 \text{ Н} \cdot \text{см} = -72 \text{ кН} \cdot \text{м},$$

что меньше абсолютного значения нормативного момента от собственного веса  $M_c^n = 198 \text{ кН} \cdot \text{м}$ , поэтому трещин в верхней зоне балки при  $\gamma_{sp} = 0,9$  не образуется. При  $\gamma_{sp} = 1,1$  будем иметь:  $P_{0l} = 952 (1,1 / 0,9) = 1170 \text{ кН}$ ;  $M_{rp} = 1170(0,72 - 0,347) = 436 \text{ кН} \cdot \text{м}$ ;  $M'_{crc} = -131 \text{ кН} \cdot \text{м} < M_c^n = 198 \text{ кН} \cdot \text{м}$ , следовательно, и при  $\gamma_{sp} = 1,1$  в верхней зоне трещины не появляются.

*Расчет по образованию наклонных трещин.* За расчетное принимаем сечение 2—2, в котором сечение стенки уменьшается с 28 до 10 см (см. рис. 5.10, узел 1). Высота балки на расстоянии 0,55 м от опоры при уклоне 1/12:

$$h = 154 - \frac{882 - 55}{12} = 85 \text{ см}.$$

Поперечная сила от расчетной нагрузки в сечении 2—2

$$Q = \left( \frac{35,73 \cdot 17,65}{2} - 35,73 \cdot 0,55 \right) 0,95 = 280 \text{ кН}$$

Геометрические характеристики сечения 2—2 балки:

площадь приведенного сечения

$$A_{red} = 40 \cdot 18,5 + 27,21 + 10 \cdot 45,5 + 14,7 \cdot 6,15 + 3,14 \cdot 6,15 = 1872 \text{ см}^2;$$

статический момент приведенного сечения относительно нижней грани

$$S_{red} = 40 \cdot 18,5 \cdot 75,75 + 45,5 \cdot 10 \cdot 43,7 + 27,21 \cdot 10,5 + 3,14 \cdot 6,15 \cdot 82 + 14,7 \cdot 6,15 \cdot 9 = 84\,450 \text{ см}^3;$$

расстояние от нижней грани до центра тяжести сечения

$$y_0 = S_{red} / A_{red} = 84450 / 1872 = 45.3 \text{ см};$$

$$h_0 - y_0 = 85 - 45.3 = 39.7 \text{ см};$$

момент инерции приведенного сечения относительно центра тяжести

$$I_{red} = I_0 + Aa^2 = 40 \cdot 18.5^3 / 12 + 40 \cdot 18.5 \cdot 30.45^2 +$$

$$+ 27 \cdot 21^3 / 12 + 27 \cdot 34.8^2 + 10 \cdot 45.5^3 / 12 + 10 \cdot 45.5 \cdot 1.55^2 +$$

$$+ 3.14 \cdot 6.15 \cdot 36.7 + 14.7 \cdot 6.15 \cdot 36.3^2 = 1636100 \text{ см}^4$$

Статический момент верхней части приведенного сечения балки относительно центра тяжести

$$S_{red} = 40 \cdot 18.5 \cdot 30.45 + 21 \cdot 10 \cdot 10.6 + 3.14 \cdot 6.15 \cdot 36.7 = 25470 \text{ см}^3.$$

Скалывающие напряжения  $\tau_{xy}$  на уровне центра тяжести

$$\tau_{xy} = \frac{QS_{red}}{I_{red}b} = \frac{280000 \cdot 25470}{1636100 \cdot 10} = 436 \frac{\text{Н}}{\text{см}^2} = 4.36 \text{ МПа}$$

Напряжение в бетоне на уровне центра тяжести сечения от усилия обжатия при  $\gamma_{sp} = 0.9$

$$\sigma_x = P_{02} / A_{red} = 846000 / 1872 = 450 \text{ Н/см}^2 = 4.5 \text{ МПа}$$

Поскольку напрягаемая поперечная и отогнутая арматура отсутствует, то  $\sigma_y = 0$ . Момент у грани опоры принимаем равным нулю.

Главные растягивающие  $\sigma_{mt}$  и сжимающие  $\sigma_{mc}$  напряжения по формуле (2.119)

$$\sigma_{mc} = -\frac{\sigma_x}{2} - \sqrt{\frac{\sigma_x^2}{4} + \tau_{xy}^2} = -\frac{4.5}{2} - \sqrt{\frac{4.5^2}{4} + 4.36^2} =$$

$$= -7.15 \text{ МПа} < m_1 R_{b,ser} = 0.375 \cdot 25.5 = 9.6 \text{ МПа},$$

где  $\sigma_x$  приняты знаком минус, так как напряжения сжимающие (п. 4.11 СНиП [13]);

$$\sigma_{mt} = -\frac{\sigma_x}{2} + \sqrt{\frac{\sigma_x^2}{4} + \tau_{xy}^2} = -\frac{4.5}{2} + \sqrt{\frac{4.5^2}{4} + 4.36^2} =$$

$$= -2.25 + 4.9 = 2.65 \text{ МПа} > \gamma_{b1} R_{bt,ser} = 2.1 \text{ МПа},$$

где

$$\gamma_{04} = \frac{1 - \sigma_{mc} / R_{b,ser}}{0.2 + \alpha B} = \frac{1 - 7.15 / 25.5}{0.2 + 0.01 \cdot 35} = 1.30 > 1;$$

принято  $\gamma_{b4} = 1$ ,

т. е. трещиностойкость по наклонному сечению не обеспечена.

Для повышения трещиностойкости по наклонному сечению необходимо увеличить толщину стенки у опоры. Принимаем у опоры  $b = 12$  см, не делая полного пересчета, получим  $\tau_{xy} = 3,64$  МПа и  $\sigma_{mt} = -2,25 + 4,28 = 2,03$  МПа  $< \gamma_{bt} R_{bt,ser} = 2,1$  МПа; трещиностойкость по наклонному сечению обеспечена. Практически это достигается удлинением уширений на опоре на такое расстояние, чтобы удовлетворялось условие трещиностойкости.

*Определение прогиба балки.* Полный прогиб на участках без трещин в растянутой зоне

$$f_{tot} = f_1 + f_2 - f_3 - f_4,$$

где каждое значение прогиба вычисляют по формуле (2.142)

$$f_{tot} = S(1/r)l_0^2$$

где  $S = 5/48$  — при равномерно распределенной нагрузке, а кривизна  $1/r$  при равномерно распределенной нагрузке

$$1/r = M^n \phi / (k_0 E_b l_{red})$$

Жесткость  $B = k_0 E_b l_{red}$  для сечения без трещин в растянутой зоне

$$B = 0.85 E_b l_{red} = 0.85 \cdot 31000 \cdot 7287911 + 20.1 \cdot 10^{10} \text{ МПа} \cdot \text{см}^4 = 2,01 \cdot 10^{10} \text{ кН} / \text{см}^2.$$

Изгибающие моменты в середине балки:

от постоянной и длительной нагрузок ( $\gamma_f = 1$ )

$$M_{ld}^n = \frac{q_{ld}^n l_0^2}{8} \gamma_n = \frac{25.45 \cdot 17.65^2}{8} 0.95 = 945 \text{ кН} \cdot \text{м},$$

где  $q_{ld}^n = 23.65 + 1.8 = 25.45$  кН/м;

от кратковременной нагрузки

$$M_{cd}^n = \frac{p_{cd}^n l_0^2}{8} \gamma_n = \frac{4.2 \cdot 17.65^2}{8} 0.95 = 155 \text{ кН} \cdot \text{м};$$

от полной нормативной нагрузки

$$M^n = M_{ld}^n + M_{cd}^n = 945 + 155 = 1100 \text{ кН} \cdot \text{м}.$$

Кривизна и прогиб от постоянной и длительной нагрузок (при  $\phi = 2$ , когда влажность окружающей среды 40-70 %):

$$\frac{1}{r_1} = \frac{M_{ld}^n \phi}{B} = \frac{94500 \cdot 2}{2.01 \cdot 10^{10}} = 9.4 \cdot 10^{-6} \text{ см}^{-2};$$

$$f_1 = \frac{5}{48} 1765^2 \cdot 9.4 \cdot 10^{-8} = 3.05 \text{ см} < f_{\frac{l}{m}} =$$

$$= \frac{l_0}{400} = \frac{1765}{400} = 4.4 \text{ см.}$$

Кривизна и прогиб от кратковременной нагрузки (при  $\phi = 1$ ):

$$\frac{1}{r_0} = \frac{M_{ld}^n \phi}{B} = \frac{15500 \cdot 1}{2.01 \cdot 10^{10}} = 0,772 \cdot 10^{-6} \text{ см}^{-2};$$

$$f_0 = \frac{5}{48} 1765^2 \cdot 0,772 \cdot 10^{-6} = 0,252 \text{ см.}$$

Изгибающий момент, вызываемый усилием обжатия  $P_{02}$  при  $\gamma_{sp} = 0,9$ ,  $M_p = P_{02}e_0 = 846 \cdot 0,72 = 610 \text{ кН}\cdot\text{м}$ .

Кривизна и выгиб балки от усилий обжатия:

$$\frac{1}{r_1} = \frac{M_p}{B} = \frac{61000}{2.01 \cdot 10^{10}} = 3.03 \cdot 10^{-6} \text{ см}^{-2};$$

$$f_1 = \frac{1}{8} 1765^2 \cdot 3.03 \cdot 10^{-6} = 1.18 \text{ см.}$$

Кривизна и выгиб от усадки и ползучести бетона при отсутствии напрягаемой арматуры в верхней зоне сечения балки

$$\frac{1}{r_4} = \frac{\sigma_6 \sigma_8 \sigma_9}{h_0 E_s} = \frac{10.3 + 40 + 38.6}{145 \cdot 2 \cdot 10^5} = 3.07 \cdot 10^{-6} \text{ см}^{-1};$$

$$f_4 = \frac{1}{8} 1765^2 \cdot 3.07 \cdot 10^{-6} = 1.2 \text{ см.}$$

Полный прогиб балки

$$f_{\text{tot}} = f_1 + f_2 - f_3 - f_4 = 3.05 + 0.25 - 1.18 - 1.2 =$$

$$0.92 \text{ см} < [f_{l/m}] = (1/40) l_0 = 1765/400 = 4.4 \text{ см};$$

условия удовлетворяются.

*Проверка прочности балки на усилия, возникающие при изготовлении, транспортировании и монтаже.* Прочность бетона в момент обжатия принята  $R_{bp} = 0,8B = 0,8 \cdot 35 = 28 \text{ МПа}$ ; для этой прочности бетона  $R_b = 17,7 \text{ МПа}$ , а с учетом коэффициента  $\gamma_{b2} = 1,1$   $R_b = 17,7 \cdot 1,1 = 19,5 \text{ МПа}$ .

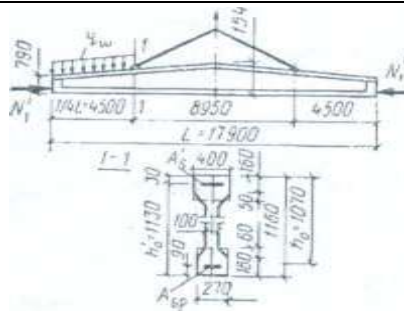


Рис. 5.13. К расчету балки на монтажные нагрузки

Изгибающий момент на консольной части балки (рис. 5.13) от собственного веса при коэффициенте динамичности  $k_d=1,6$  (по п. 1.13 СНиП 2.03.81—84):

$$q_c = 5.05 \cdot 1.6 = 8.08 \text{ кН/м};$$

$$M_1 = q_c l^2 / 2 = 8.08 \cdot 4.5^2 / 2 = 81.7 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

Высота балки в  $1/4$  пролета:

$$h = (154 + 79) / 2 = 116 \text{ см};$$

$$h_0 = h - a = 116 - 3 = 113 \text{ см}.$$

Усилия обжатия  $N_1'$  вводим в расчет как внешнюю нагрузку (см. рис. 5.13)

$$N_1' = (\gamma_{sp} \sigma_{01} - 330) A_{sp} = (1.1 \cdot 730 - 330) 14.7 = \\ = 6950 \text{ МПа} \cdot \text{см}^2 = 695 \text{ кН},$$

где  $\sigma_{01} = \sigma_{sp} - \sigma_1 - \sigma_2 - \sigma_3 = 880 - 48,5 - 80 - 21 = 730 \text{ МПа}$ .

Характеристика сжатой зоны бетона

$$\omega = \alpha - 0,008 R_b \gamma_{b2} = 0.85 - 0.008 \cdot 19,5 \cdot 0.9 = 0.710$$

Граничное значение  $\xi_{R\text{по}}$  (2,33)

$$\xi_R = \frac{\omega}{1 + \frac{\sigma_s R}{500} (1 - \frac{\omega}{1.1})} = \frac{0.71}{1 + \frac{680}{500} (1 - \frac{0.71}{1.1})} = 0.262,$$

где  $\sigma_s R = R_s = 680 \text{ МПа}$  для арматуры класса А-V

Случайный эксцентриситет по условиям:  $e_a = l_0 / 600 = 1765 / 600 = 2,94 \text{ см}$ ;  $e_a = (1 / 30) h = 116 / 30 = 3,87 \text{ см}$  и  $e_a > 1 \text{ см}$ ; принимаем  $e_a = 3,87 \text{ см}$ .

Эксцентриситет равнодействующей сжимающих усилий  $e = h_0 - a' + e_a + M_1 / N_1' = 107 - 3 + 3,87 + 8170 / 695 = 109 \text{ см}$ .

Вычисляем:

Вычисляем:

$$A_0 = \frac{N'_1 e}{bh_0^2 R_b \gamma_{b2}} = \frac{695 \cdot 10^3 \cdot 109}{10 \cdot 113^2 \cdot 19,5(100)0,9} = 0,3$$

по табл. 2.12 находим  $\xi = 0,37$  и  $\rho = 0,815$ ,  $\xi = 0,37 < \xi_R = 0,545$ ; подсчет арматуры производим по формуле (2.87):

$$A_s = \frac{\xi R_b \gamma_{b2} b h_0 - N'_1}{R_s} = \frac{0,37 \cdot 19,5(100)0,9 \cdot 10 \cdot 113}{680} - \frac{695000}{680} = 5,7 \text{ см}^2;$$

поставлено из конструктивных соображений 2Ø16 А-V,  $A_s = 4,02 \text{ см}^2$ .

Проверяем сечение 1-1 по образованию трещин. Усилие в напрягаемой арматуре при  $\gamma_{sp}=1,1$ .

$$N_{01} = \gamma_{sp} \sigma_{01} A_{sp} = 1,1 \cdot 730(100)14,7 = 1180 \cdot 10^3 \text{ Н} = 1180 \text{ кН}$$

Изгибающий момент в сечении 1-1 по оси монтажной петли (см. рис. 5.13) без учета  $K_d=1,6$

$$M_1 = 81,7/1,6 = 51,2 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

Геометрические характеристики сечения, вычисленные аналогично сечению по середине балки, по при высоте  $h = 116 \text{ см}$ :

$$A_{red} = 2171 \text{ см}^2; l_{red} = 3686270 \text{ см}^4; y_0 = 61,3 \text{ см};$$

$$h - y_0 = 54,7 \text{ см}; W'_{red}/A_{red} = 0,8 \cdot 67400/2171 = 25 \text{ см};$$

$$W'_{pl} = \gamma W'_{red} = 1,5 \cdot 67400 = 101100 \text{ см}^3;$$

$$e_0 = y_0 - a_{sp} = 61,3 - 9 = 52,3 \text{ см}.$$

Проверяем условие

$$\begin{aligned} R_{bt,ser} W'_{pl} - M_{rp} &= 1,95(100)101100 - 322 \cdot 10^5 = \\ &= -125 \cdot 10^5 < M_1 = 51,2 \cdot 10^5 \text{ Н} \cdot \text{см}, \end{aligned}$$

где  $M_{rp} = N_{01}(e_0 - r) = 1180(52,3 - 25) = 32200 \text{ кН} \cdot \text{см} = 322 \text{ кН} \cdot \text{м}$ , следовательно, на монтаже балки могут быть трещины в сечении 1—1. Необходимо проверить рассматриваемое сечение на раскрытие и закрытие трещин. Обычно достаточно усилить это место постановкой дополнительной продольной арматуры. В данном примере продольная арматура в полке принята Ø16 А-V вместо Ø10 А-V ранее назначенных (рис. 5.14, каркасы К-3 и К-4).







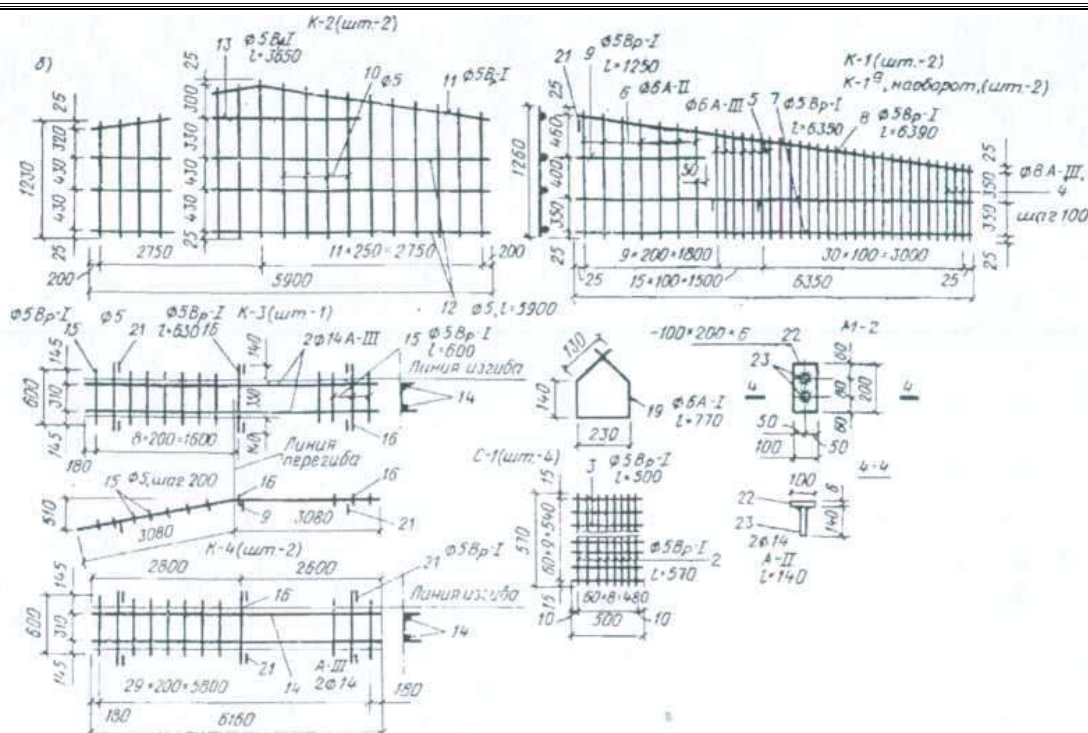


Рис. 5.14. Конструкция железобетонной балки  $L=18$  м

*a* — общий вид и детали сечений; *б* — конструкция сварных арматурных каркасов и сеток; *с* — сетки; *к* — каркасы; *м* — закладные стальные детали; 1-23 — номера стержней и стальных пластин

*Армирование балки.* Принятое армирование балки показано на рис. 5.14. Продольная напрягаемая арматура 75 Ø5 Вр-II размещена в нижней полке (см. сечение 1—1), приведен второй вариант армирования канатами класса К-6 диаметром 15 мм. Верхнюю полку; армируют сварными каркасами К-3 и К-4, состоящим! из двух продольных стержней Ø16 А-V и поперечны: 0 5 Вр-1 с шагом 200 см. Степку армируют каркасам! К-1и К-2 в два ряда, перепуск сеток в местах стыки 300 мм. Для обеспечения трещиностойкости и прочность опорного узла поставлены сетки К-5 из проволоки Ø5Вр-1. Длина зоны передачи напряжений для напрягаемой арматуры без анкеров при расчете элементов трещиностойкости по формуле (1.27)

$$l_p = \left( \omega_p \frac{\sigma_{sp1}}{R_{bp}} + \lambda_p \right) d = \left( 1.4 \frac{720}{28} + 40 \right) 0.5 =$$

$$= 20 \text{ см} < h_{оп} = 79 \text{ см},$$

где  $\omega_p=1,4$  и  $\lambda_p=40$  (по табл. 28 СНиП [13]) для проволочноарматуры класса Вр-II;  $\sigma_{spl}=\sigma_{sp}-\sigma_{losl}=880-160=720$  МПа — учетом первых потерь;  $R_{bp}=0,8B=0,8\cdot35=28$  МПа.

Сетки К-5 приняты длиной 50 см.

Из условий обеспечения прочности опорного узла; запроектированное количество неапрягаемой поперечной арматуры должно обеспечивать восприятие усилия:

$$0,2A_{sp}R_s = 0,2\cdot14,7\cdot1045(100) = 307\,000 \text{ Н} = 307 \text{ кН};$$

требуемое сечение поперечной арматуры класса А-III

$$A_{sw} = \frac{307000}{680(100)} = 4,6 \text{ см}^2$$

на опорном участке балки ранее приняты 18 Ø 5 Вр-I (сетки С-1),  $A_s=3,54$  см<sup>2</sup>, 10Ø8 А-V (каркасы К-1)  $A_s=5,03$  см<sup>2</sup>, всего  $A_{sw}=3,54+5,03=8,57$  см<sup>2</sup>. Закладны детали М-1 и М-2 выполняют из листовой стали марк ВСтЗкп2 со штырями из арматуры класса А-II(с г. рис. 5.14).

# **3. Экономическая часть**

### 3.1. Определение полной себестоимости продукции

Себестоимость представляет собой издержки на производство и реализацию продукции.

Экономические элементы затрат включают затраты на сырьё и основные материалы, покупные комплектующиеся изделия, полуфабрикаты, вспомогательные материалы, топливо и энергию, амортизацию основных фондов, основную и дополнительную плату, отчисления на социальное страхование.

1. Цемент	т	420000
2. Песок	м <sup>3</sup>	40000
3. Щебень	м <sup>3</sup>	32000
4. Арматура	т	2000000
5. Вода	м <sup>3</sup>	300

Таблица-3.1

## Расчет потребности и стоимости сырья, материалов, покупных изделий и полуфабрикатов

№																							
Наименование товарной продукции		Объем произв водства		Металл, т				Цемент, т				Песок, м <sup>3</sup>				Шебен, м <sup>3</sup>				Вода, л			
				Норма на един.	Требуемое количество, в год	Стои мость, сумм	Норма на един.	Требуемое количество, в год	Стоим ость, сумм	Норма на един.	Требуемое количество, в год	Стоимо сть, сумм	Норма на един.	Требуемое количество, в год	Стоимо сть, сумм	Норма на един.	Требуемое количество, в год	Стоимо сть, сумм					
един.изм.	всего	един.изм.	всего																един.изм.	един.изм.	един.изм.	всего	един.изм.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1	Ж/б Столбы перильного ограждения V <sub>изд</sub> = 0,03м <sup>3</sup>	Штук	236900	0,0081	1916	2000000	3 832 000 000	0,01071	2537	420000	1 065 540 000	0,01983	4698	40000	187 920 000	0,034	8059	32000	257 880 000	0,00642	1521	300	456 300

### 3.2.Расчет потребности и стоимости топлива, теплопотери и электроэнергии

Расчет делается по всей номенклатуре нормы расхода топлива и энергии берутся из технологической части проекта.

Таблица-3.2

#### Потребности на топлива и электроэнергии

Наименование продукции	Един. измер.	Произв. на год	Норма расхода на ед.	Стоимость един. сум	Общий колич. в год	Общая стоим. сум
1	2	3	4	5	6	7
Пар для технологического нужд (т)						
<b>Столбики перильного ограждения</b>	штук	236 900	0,18	2300	42642	98 076 000
Электроэнергия для технологического нужд (квт)						
<b>Столбики перильного ограждения</b>	штук	236 900	4,4	144	1042360	150 099 840

Стоимость пара, электроэнергии:

1. Пар технологического – 1 тонна – 2300 сум
2. Электроэнергия – 1квт/час –144 сум

### **3.3. Расчет основной и дополнительной заработной платы основных производственных рабочих**

Для этого расчета нужен предварительный расчет фонда рабочего времени одного рабочего исходные данные для которого принимаются следующие:

-календарный фонд времени	-365 дней
-праздничные дни	- 8 дней
-выходные дни	- 52 дней
-дополнительные выходные	- 52 дней
-очередные и дополнительные отпуска	- 18 дней
-отпуск по учёбе	- 1 дней
-отпуск в связи с родами	- 1 дней
-болезнь, прочие неявки, разрешенные законом	- 1,5 дней
-выполнение государственных и общественных обязанностей	- 1 дней

Баланс рабочего времени одного рабочего при пяти дневной неделе сведен в таблицу-3.3.

Таблица-3.3

## Баланс рабочего времени

№	Показатели	Единица измерения	Количество
1	Календарный фонд времени	ден	365
2	Количество нерабочих дней	дни	112
	В том числе:		
	а) праздничные	дни	8
	б) выходные	дни	52
	в) дополнительные выходные	дни	52
3	Количество календарных рабочих дней	дни	253
	Неявки на работу	дни	22,5
4	В том числе:		
	а) очередные и дополнительные	дни	18
	отпуска	дни	1
	б)отпуска по учебе	дни	1
	в) отпуска в связи с родами	дни	1
	г) болезнь прочие неявки,	дни	1,5
	разрешанные законом		
	д) выполнение государственных и	дни	1
5	общественных обязанностей		
	Количество вторых дней отдыха,		
	учитывающих в период очередных и	дни	3
6	дополнительных отпусков как рабочие	дни	233,5
7	Число рабочих дней в году		
	Средняя продолжительность рабочего	час	8,2
8	дня		
	Полезный фонд рабочего времени	час	1914,7
	одного рабочего		



Таблица-3.4

**Расчет годового фонда заработной платы основных и  
вспомогательных рабочих**

Наименование рабочих профессий	Годовой полезный фонд рабочего времени одного рабочего час	Списочна я численно сть рабочих, чел.	Тарифны й фонд разряд рабочего	Часовая тарифная ставка, сум	Годовой фонд заработной платы, сум	Годовой фонд заработной платы с учетом непрерывно н. норм выраб. и премий, сум
1	2	3	4	5	6	7
Основные рабочие						
Машинист формовщик	1914,7	2	IV	6500	24891100	29869320
Расформовш ик		2	III	6000	22976400	27577000
Крановщик		2	IV	6500	24891100	29869320
Электросвар щик		1	III	6000	11488200	13785840
Итого: Основная заработная плата						101096160
Дополнительная заработная плата – 6,5 %						6571250
Итого: основная и дополнительная заработная плата						107667410
Отчисление на социальных страхование – 6,1 %						6567712
Всего фонд заработной платы						114235122
Вспомогательные работы						
Конт роле р	1914,7	2	III	6000	22976400	27577000
Слес ар		2	IV	6500	24891100	29869320

Элек трик		1	IV	6000	11488200	13785800
Итого: Основная заработная плата						195900985
Дополнительная заработная плата – 6,5 %						12733564
Итого: основная и дополнительная заработная плата						208634550
Отчисление на социальных страхование – 6,1 %						12726708
Всего фонд заработной платы						221361258
Фонд заработной платы цеха						335596380

**Таблица-3.5**

**Расчет фондов заработной платы ИТР, служащих и МОП**

№	Наименование структурных подразделений и должностей	Численность работников	Дополнительн ый фонд, сум	Годовая заработная платы, сум
1	Начальник цеха	1	700000	8400000
2	Механик	1	560000	6720000
3	Мастер цеха	2	420000	10080000
4	Уботщица	2	160000	3840000
Итого: Основная заработная плата				29040000
Дополнительная заработная плата – 6,5 %				18876000
Итого: основная и дополнительная заработная плата				29040000
Отчисление на социальных страхование – 6,1 %				29228760
Всего фонд заработной платы				58268760

Таблица-3.6

**Смета расходов, связанных содержанием и эксплуатацией  
оборудования**

№	Наименование статей затрат	Сумма, сум
1	Заработная плата вспомогательных рабочих занятых обслуживании оборудования	221361258
2	Вспомогательные материалы	10680629
3	Амортизация производственных оборудования и транспортных средств	11020000
4	Текущий ремонт оборудования и транспортных средств	5510000
5	Возмещение износа малоценного и быстроизнашивающего инвентаря	8640000
6	Прочие расходы -10 %	257211887
	Всего:	282933076

**Расчет цеховых расходов**

Цеховые расходы включают затраты, связанные с обслуживателем технологических процессов и управления ими, определяется затраты на основания сметы.

Таблица-3.7

**Смета цеховых расходов**

№	Наименование расходов	Годовой фонд зарботной платы, сум
1	Заработная плате цехового персонала	58268760
2	Содержание зданий и содержаний – 2 %	1165375
3	Амортизация зданий и сооружений – 9,4 %	109545
4	Текущий ремонт зданий –( 50 % от амортизации)	1040000
5	Расходы по охране труда и противопожарной техники – (2,5 % от всех зарботной платы)	1001000
6	Прочие расходы – 10 %	70944680
	Всего:	78039148

### **3.8 Расчет общезаводского расходов**

Общезаводские расходы включают затраты на управление и организацию производства на предприятий в целом: содержание дирекций, амортизаций, содержание и ремонт основных средств общезаводского назначения, подготовку кадров, охрану завода и т.д. Эти расходы определяют в проекте в размере 45% от основной и дополнительной заработной платы производственных рабочих:

$$335596380 \cdot 0,45 = 151018371 \text{ сум}$$

### **3.9. Расчет потерь от брака**

Размер затрат по потерям от брака принимается равным 0,1-0,3% от стоимости материалов по данным таблицы-3.1:

$$1798052000 \cdot 0,003 = 5394156 \text{ сум}$$

### **3.10. Определение фабрично-заводской себестоимости**

Фабрично-заводская себестоимость определяется как сумма цеховых расходов, общезаводских расходов, потерь от брака:

$$78039148 + 151018371 + 5394156 = 234451675 \text{ сум}$$

### **3.11. Расчет внепроизводственных расходов**

Расчет внепроизводственных расходов состоит из 4% от заводской себестоимости:

$$234451675 \cdot 0,04 = 9378067 \text{ сум}$$

### 3.12. Калькуляция полной себестоимости

**Таблица-3.8**

Наименование калькуляцион статей расходов	Еди н. изм ер.	Затраты на годовой выпуск			Затраты на калькуляционную единицу	
		Стоимо сть сум	Нужная количес тво	Сумма сум	Количе ство	Сумма сум
1	2	3	4	5	6	7
Сырьевые материалы						
а) цемент	т	420000	2537	1065540000	0,01071	4498
б) щебень	т	32000	8059	257888000	0,034	1088
с) металл	м <sup>3</sup>	2000000	1916	3832000000	0,0081	16200
д) песок	м <sup>3</sup>	40000	4698	187920000	0,01983	793
е) вода	л	300	1521	456300	0,00642	20
Итого по сырью и по материалам						22600
Топливо на технологич. цел	т			98076000		414
Электроэнерг ия на технологич. цел	Квт /час			150099840		633
Вспомогатель ные материалы	сум			110680629		467
Основная				101096160		427

зарплата основных произв. рабочих	сум					
Дополнительная зарплата основных произв. рабочих	сум			8047377		34
Отчисления на социал. страхов.	сум			8043044		33
Расходы по содержанию и эксплуатац. оборудования	сум			392933076		1660
Цеховых расходы	сум			78039148		330
Общезаводские расходы	сум			151018371		6380
Потери от бака	сум			5394156		23
Фабрично- заводской себестоимость	сум			234451675		990
Вне производственные расходы	сум			9378067		400
Полная себестоимость одного изделия	сум					33 668 сум

## **4. Охрана труда и техника безопасности**

При проектировании и эксплуатации предприятий сборного железобетона в целях обеспечения безопасных и нормальных санитарно-гигиенических условий труда следует руководствоваться действующими правилами техники безопасности и производственной санитарии, а также правилами техники безопасности, действующими в каждом данном ведомстве.

В целом, отдельно его цехам, технологическим процессам, транспортным устройствам, вибрационному образованию, способствуя снижению условия шума, улучшения санитарно-гигиенические условия труда.

Нормальные требования к производству зданиям предприятий строительных материалов и изделия:

Объем на одного работающего, м <sup>3</sup>	15
Площадь на одного работающего, м <sup>2</sup>	4,5
Наименьшая высота здания, м	3 – 3,2
Температура воздуха в здании, °С	16-23
Максимальная температура поверхности теплоизоляции производственных источников тепла, °С	45
Ширина проходов, м	
главных	1,5
для обслуживания механизмов	0,8
Расстояние от штабеля готовой продукции крайней точки транспортных устройств, м	1



В производительности и вспомогательных зданиях независимо от степени загрязнения воздуха необходимо предусматривать естественные и принудительные вентиляции. Для предотвращения загрязнения воздуха рабочего помещения вредными выделениями и их распространения, следует выполнять следующие мероприятия: оборудования, приборы, трубопроводы и другие источники значительного выделения, люк вентиляционного и лучистых тепла, должны быть теплоизолированы оборудование и устройства при эксплуатации, которых происходит влаговыведении следует надежно укрывать, процессы со значительным выделением должны быть изотермизированы и осуществляется без непосредственного участия их людей.

В формировочных цехах, где используют вибрационное механизмы особое внимание надо уделять устранению воздействия вибрации на работающих и снижению уровня шума.

Во всех условиях, когда условия шума и вибрации на рабочем месте превышает допустимые пределы, необходимо принимать меры к их уменьшению до нормальных путем устройства звуковой и вибрационной изоляции помещений, рабочих мест и машин.

С целью обеспечения безопасных условий труда и предупреждения травматизма на основе технологических пределах необходимо соблюдать следующие правила: при изготовлении бетонной смеси (осмотр и ремонт) производить периодический профилактический осмотр и ремонт системы вентиляции, следить за герметизации кабеля, пультов управления смесителями и дозаторами исправными состояниями систем сигнализации, уазателей уровня, свадообрушителей и других устройств автоматизации, ремонтировать смесители после изъятых предохранителей электропроводки и

установки сигнала запрашающие включения машины, при формировании включить звуковую сигнализацию, при пуске самоходных бетоноукладчиков осуществлять дистанционное управление с виброизолированных площадок.

Для обеспечения выполнения противопожарных требований необходимо соблюдать при размещении временных зданий и сооружений противопожарные с резервом между ними во избежании переноса огня, обеспечивать возможность подъезда пожарной машины к объекту завода. Использовать сети водонесной для огнетушения, для чего во всех стену должны быть предусмотрены пункты пожарного водовоза, обеспечить все объекты первичными средства огнетушения.

Во всех производственных бытовых и административных помещениях на случай возникновения пожара должна быть обеспечена возможность безопасной эвакуации людей через эвакуационные выходы. Эвакуационными считаются выходы если они ведут: из помещения первого этажа наружу непосредственно или через коридор или проход ведущий к лестничной клетке или непосредственно в лестничную клетку, имеющую самостоятельный выход наружу или через вестибюль; из помещения в соседние помещения в том этаже или обеспечение выходами.

### **Список использованной литературы**

1. Каримов И.А. Узбекистан устремлённый в XXI век. Ташкент«Узбекистан» . 1999г.
2. Каримов И.А. На пути к справедливому обществу. Ташкент«Узбекистан» . 1999г.
3. Асқаров Б.А. Қурилиш конструкциялари. Т., Ўзбекистон, 1995
4. Асқаров Б.А. Новые легкие бетоны и конструкции на их основе. Т., Фан, 1995.
5. Акрамов Х.А. Қурилиш ашёлари саноати корхоналарини лойиҳалаш. Т., Ўзбекистон, 2003.
6. Акрамов Х.А., Нуритдинов Х.Н. Бетон ва темир-бетон буюмлари технологияси. Ўқув қўлланма, I ва II қисм. Т.,Ўзбекистон, 2000 ва 2001.
7. Акрамов Х.А., Нуритдинов Х.Н. Бетон ва темир-бетон буюмлари ишлаб чиқариш., Ўқув қўлланма, I ва II қисм. Т.,Ўзбекистон, 2007.
8. Баженов Ю.М., Комар. Г. Технология бетонных и железобетонных изделий. М., Стройиздат, 1984.
9. Наназашвили И.Х. Справочник. Строительные материалы, изделия и конструкции. М., Высшая школа, 1990.
- 10.Цителаури Г.Н. Проектирование предприятий сборного железобетона. М., Высшая школа, 1986.
- 11.Ўз.РСТ 7473-94. Смеси бетонные.
- 12.Ўз.РСТ 8267-93. Щебень и гравий из плотных горных пород для строительных работа.
- 13.Ўз.РСТ 8267-93. Панели стеновые, внутренние бетонные и железобетонные для жилых и общественных зданий.
- 14.Ўз.РСТ 707-96. Бетоны. Классификация и общие технические требования.
- 15.Ўз.РСТ 707-96. Бетон. Правила подбора состава.
- 16.Ўз.РСТ 707-96. Панели стеновые наружные бетонные и железобетонные для жилых и общественных зданий.
17. Ўз.РСТ 789-96.Лотки железобетонные оросительных систем.