

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

Государственное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования

ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

# **ПРОЕКТИРОВАНИЕ СМЕСИТЕЛЬНЫХ ПРОИЗВОДСТВ**

*Учебно-методическое пособие*

*к выполнению комплексного курсового проекта для студентов специальности  
270106 «Производство строительных материалов, изделий и конструкций»*

*и бакалавров программы подготовки*

*270108 «Технология строительных материалов, изделий и конструкций»  
направления 270100 «Строительство»*

Воронеж 2011

УДК 666.972 (07) : 666.982 (07)  
ББК 38.33Я 73  
авт. проект 791

*Авторский коллектив:*

*Б.М. Зуев, С.П. Козодаев, В.Т. Перцев, С.М. Усачев, И.И. Акулова*

**Проектирование смесительных производств:** учебно-методическое пособие. – Б.М. Зуев [и др.]; Воронеж. гос. арх.-строит. ун-т. - Воронеж, 2011. - 60 с.

Содержатся указания и рекомендации по проектированию смесительных цехов, складского хозяйства и подготовительных отделений предприятий строительного комплекса, а также данные по технико-экономическому обоснованию и расчетам экономических показателей. Рассмотрены теоретические вопросы приготовления смесей, приведены практические данные по функционированию подобных цехов, представлена методика расчетов и решений по выбору составов смесей, типов складов и объемов запасов сырья, по выбору оборудования, по компоновке проектируемых объектов, по контролю процессов и охране труда, по основным технико-экономическим показателям производства. В приложениях приведены справочные данные для проектирования.

Предназначено для студентов 4-ого курса очной и 5-ого курса заочной форм обучения специальности 270106 «Производство строительных материалов, изделий и конструкций», бакалавров программы подготовки 270108 «Технология строительных материалов, изделий и конструкций» направления «Строительство», выполняющих комплексный курсовой проект по дисциплинам «Технология бетона, строительных изделий и конструкций» и «Экономика отрасли», а также для использования в дипломном проектировании.

Ил. 1. Табл. 18. Библиограф.: 31 назв.

**УДК 666.972 (07) : 666.982 (07)**  
**ББК 38.33Я 73**

**Рецензенты:** кафедра технологии вяжущих веществ, бетонов и керамики Пензенского государственного университета архитектуры и строительства;

Л.В. Моргун, д-р техн. наук, профессор кафедры строительных материалов Ростовского государственного строительного университета

ISBN ...

© Зуев Б.М., Козодаев С.П.,  
Перцев В.Т., Усачев С.М.,  
Акулова И.И.

© Воронежский государственный  
архитектурно-строительный  
университет

## ВВЕДЕНИЕ

Технология строительных материалов, изделий и конструкций включает стадию приготовления многообразных видов формовочных смесей. В частности, технология бетона и железобетона предусматривает возможности изготовления тяжелого, легкого, мелкозернистого и теплоизоляционного бетонов, бетонов дисперсноармированных, высокопрочных, специального назначения, на основе различных видов вяжущих и заполнителей. В дорожном строительстве применяют асфальтобетонные, полимербетонные и другие смеси; в технологии керамических материалов – глиняный шлам, керамическую массу, пресспорошок и т.д. От качества приготовления формовочных смесей зависит качество изделий, что требует в ходе проектирования теоретического обоснования и практической проработки возможных вариантов данного технологического периода.

Настоящее учебно-методическое пособие издается с учетом развития науки, техники и технологии приготовления строительных смесей. За последнее время произошли существенные изменения в экономике страны, обозначились приоритеты в производстве строительных материалов. В частности, в области строительства возросла потребность в бетонах различных видов для сборно-монолитного, монолитного и каркасного строительства, расширилось производство высокопрочных и специальных видов бетонов, повысился спрос на высококачественные облицовочные материалы, увеличилась потребность в эффективных изоляционных изделиях. В соответствии с этим помимо стационарно расположенных смесительных подразделений широко используются мобильные или передвижные установки. Современные смесительные производства характеризуются: высоким уровнем механизации и автоматизации; системами адресной доставки смесей к постам формования; компактным расположением складов сырьевых материалов; использованием смесителей со значительно увеличенным объемом готовых замесов и другое.

Отмеченные выше особенности учтены в настоящем пособии. Если раньше проектирование было ориентировано на приготовление бетонных смесей только на основе портландцементов, то теперь виды рассматриваемых формовочных смесей существенно расширились. Вместе с тем технология приготовления бетонной смеси осталась основополагающей и может быть использована в качестве типового примера.

Необходимость экономического усиления технологических разработок сделало оправданным постановку курсового проекта в комплексе с курсовой работой по дисциплине «Экономика отрасли».

## 1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ, СОСТАВ И ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

**Целью** выполнения проекта является закрепление знаний, полученных при изучении дисциплин «Технология бетона, строительных изделий и конструкций» и «Экономика отрасли», приобретение навыков проектирования смесительных цехов и складского хозяйства как составной части предприятий строительной отрасли, а также освоение приемов технико-экономических расчетов.

Достижение поставленной цели требует решения взаимосвязанных **задач**, среди которых наиболее важными являются:

- освоение основных принципов проектирования промышленного предприятия;
- выбор и обоснование типа проектируемого смесительного цеха (стационарного, мобильного или передвижного);
- расчет составов формовочных смесей;
- выбор и обоснование рациональных решений по технологии складирования и подготовки сырья, приготовления формовочных смесей и их транспортирования к месту формования или укладки;
- выбор и обоснование видов и количества требуемого оборудования;
- определение необходимого количества рабочих;
- расчет и оценка технико-экономических показателей запроектированного производства.

Комплексный курсовой проект должен включать пояснительную записку объемом до 40 - 50 страниц и графическую часть на одном или двух листах формата А1 с рекомендуемыми ниже составами.

### **Состав пояснительной записки:**

Введение

1. Характеристика выпускаемой продукции и требования к смеси, сырьевым материалам.
2. Режим работы и производственная программа.
3. Выбор и обоснование технологии производства смесей.
4. Назначение составов формовочных смесей.
5. Расчеты запасов сырья и характеристика складов сырья.
6. Выбор и расчет оборудования.
7. Характеристика схемы генерального плана.
8. Характеристика компоновочных решений.
9. Организация контроля технологического процесса и качества продукции.
10. Решения по охране труда и экологической безопасности.
11. Техничко-экономические показатели проекта.

### **Состав графической части:**

1. Схема генерального плана.
2. Планы и разрезы проектируемого цеха или отделений.
3. Чертежи или эскизы транспортных галерей, перегрузочных устройств, узлов разгрузки и др.

### **Рекомендуемая последовательность выполнения курсового проекта:**

- оформляют шесть первых разделов пояснительной записки;
  - разрабатывают схему генерального плана и оформляют седьмой раздел пояснительной записки.
  - вычерчивают графическую часть проекта;
  - выполняют восьмой, девятый и десятый разделы проекта;
  - рассчитывают технико-экономические показатели проекта (раздел 11);
- при необходимости производится корректировка решений остальных разделов проекта.

При выполнении курсового проекта целесообразно использовать литературу из библиографического списка и материалы, приведенные в приложении к настоящему пособию. Основные решения, принимаемые в каждом разделе, требуют обязательного согласования с руководителем проектирования.

Авторы пособия обращают особое внимание студентов на содержательную часть пояснительной записки проекта. В каждом разделе должно быть отмечено решение, принятое автором проекта, с обоснованием его целесообразности в результате сравнения возможных вариантов такого решения. Текст таких решений не может содержать следующих слов: «должен», «требуется», «рекомендуется», «разрешается», «запрещается». Подобные слова присущи командным документам (например, приказам, правилам охраны труда), нормативам, учебникам или учебным пособиям, но не пояснительной записке, где автор должен доказать правильность своих решений. Поэтому копирование текстов из учебного пособия или другой учебной или нормативной литературы является бессмысленным и неоправданно увеличивает объем текстовой части.

Принятыми при проектировании являются формулировки следующего типа: «расчетами установлено ...», «в проекте принято ...», «анализ справочных и нормативных источников показал ...» и т.п.

## **2. СОДЕРЖАНИЕ И ОФОРМЛЕНИЕ РАЗДЕЛОВ ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКИ**

### **2.1. Введение**

Во введении рассматривают проблемы, связанные с современным производством формовочных смесей для строительных изделий и конструкций, состояние и тенденции развития технологии заданного вида смесей, условия ее интенсификации и снижение ресурсоемкости.

Особое внимание следует обратить на место и значение процессов получения смесей в общей технологии изготовления изделий, на передовые способы производства смесей и их эффективность.

Указывается информация о том, чему посвящен данный курсовой проект. Полезно при этом сделать технико-экономическое обоснование (условное) необходимости и целесообразности строительства именно принятого типа смесительного производства как составной и неотъемлемой части предприятия, выпускающего товарные строительные материалы, изделия и конструкции, имеющие достаточно высокий и устойчивый спрос на строительном рынке.

## **2.2. Характеристика выпускаемой продукции, требования к смеси и сырьевым материалам**

В разделе перечисляют эксплуатационные особенности предусмотренных к выпуску на проектируемом предприятии изделий и конструкций в соответствии с требованиями действующей нормативно-технической документации (стандартов, технических условий). В частности, указывают характер напряженного состояния, требования по прочности, морозостойкости, водонепроницаемости, стойкости к воздействию различных агрессивных сред, характер армирования и другие особенности изделий (конструкций). Приводят эскизы изделий (конструкций) с указанием их основных геометрических размеров, перечнем всех видов и соотношением смесей в изделиях (конструкциях), например, тяжелый бетон, легкий бетон, смесь для фактурного слоя, асфальтобетон и т.д.

Как для смесей, используемых на проектируемом предприятии для выпускаемых изделий, так и для товарных смесей, реализуемых на строительных рынках, приводят регламентированные требования. В требования, например, к бетонным смесям необходимо включить марку по удобоукладываемости, плотность, однородность, сохраняемость свойств во времени и др. Требования к бетону должны содержать сведения о его классе, передаточной и отпускной прочности, средней плотности, морозостойкости и водонепроницаемости и т.д.

Завершают раздел характеристикой используемых для принятых смесей сырьевых материалов: вяжущих веществ, заполнителей, необходимых наполнителей, добавок (химических, минеральных и др.), для которых приводят требования, регламентируемые нормативными документами. В ряде случаев следует обосновать решения о принятых способах доставки и подготовки сырья, например, дроблении, сортировке, помоле, гомогенизации, предварительном перемешивании, активации и др.

### 2.3. Режим работы и производственная программа

Обоснование и расчет режима работы и производственной программы выпуска продукции необходимы для принятия технологических решений в последующих разделах проекта.

В режиме работы должно быть указано как номинальное, так и расчетное количество рабочих дней или часов в году. Первое показывает, сколько времени работает предприятие независимо от того выпускается при этом продукция или ремонтируется оборудование на технологических линиях, а второе показывает только то время, когда предприятие выпускает продукцию. Номинальное количество рабочих дней используется в технико-экономических расчетах, а расчетное – в технологическом проектировании, в том числе при расчетах производственной программы, количества необходимого оборудования и т.д.

Основанием для принимаемого режима работы обычно служат отраслевые нормы технологического проектирования, однако в ряде случаев проектировщик может принять его самостоятельно, обосновав необходимость такого режима. Следует иметь в виду, что во многих (действующих в настоящее время) нормах технологического проектирования для предприятий с прерывным технологическим процессом и с пятидневной рабочей неделей для каждого работающего принята 41 - часовая ее длительность, что предусматривало номинальное количество рабочих дней в году – 260. В работе таких предприятий с двухсменным режимом работы и продолжительностью каждой смены в восемь часов рабочего времени через каждые восемь недель появлялись рабочие субботы.

В настоящее время по действующему трудовому законодательству продолжительность рабочей недели каждого работающего составляет уже 40 часов при восьми рабочих часах в смену. Поэтому для таких предприятий при работе в две смены рекомендуется номинальное количество рабочих дней в году принимать 253, а расчетное – 240 для конвейерного способа организации производства в формовочных подразделениях предприятия и 246 – для остальных способов организации производства. Для смешанных производств предприятий с непрерывным технологическим процессом принимают номинальное количество рабочих дней 365, а в качестве расчетного количества – 345 или 350 рабочих дней.

Независимо от принятого режима работы основного производства службы предприятия, связанные с транспортированием сырья по железнодорожной дороге, принимают материалы по непрерывному режиму. Для складов сырья следует выделять как режим работы по приему, так и режим работы по выдаче сырья в производство, которые во многих случаях могут быть различны при доставке его железнодорожным транспортом или автотранспортом. Связано это с тем, что сырье автотранспортом чаще всего доставляют только в первую смену и в будние дни, а железнодорожные вагоны предприятию необходимо разгружать сразу после прибытия, чтобы не выплачивать штрафы за простои. Та-

кое разделение позволит обосновать минимально необходимое количество рабочих в этих подразделениях.

Принятые решения по режимам работы проектируемого предприятия целесообразно представить в форме табл. 1.

Таблица 1

Режим работы смесительного и формовочного цехов на примере завода ЖБИ

Наименование подразделений		Показатели					
		Количество рабочих дней в году		Количество рабочих смен в сутки	Продолжительность смены, ч* рабочего времени	Годовой фонд рабочего времени подразделения, F, ч	
		номинальное	расчетное			номинальный	расчетный
Смесительный цех							
Склад вяжущего	по приему материала						
	по выдаче материала						
Склад мелкого заполнителя	по приему материала						
	по выдаче материала						
Склад крупного заполнителя	по приему материала						
	по выдаче материала						
Склад добавок (химических или минеральных)	по приему материала						
	по выдаче материала						
Формовочный цех							

*Примечание: \* продолжительность рабочего времени смены при трехсменном режиме работы с регламентированным обеденным перерывом составляет 7 – 7,5 часов, а с перерывом по скользящему графику – 8 часов; иногда используют и двухсменную работу с продолжительностью каждой смены 12 часов календарного времени.*

Программу выпуска продукции предприятия составляют для расчетного режима работы. В том случае, если предприятие выпускает строительные изделия или конструкции, программа должна быть представлена как в м<sup>3</sup> (или т), так и в штуках, причем годовой, суточный и сменный объем производства дол-

жен составлять целое количество изделий. Расчет производственной программы целесообразно выполнять в следующей последовательности:

1) по заданной годовой программе определяют объем производства за одни расчетные рабочие сутки и одну смену в м<sup>3</sup> (или т);

2) определяют суточный и сменный объемы производства изделий в штуках, причем принимают не расчетное (чаще всего) дробное значение сменного выпуска, а округленное в большую сторону до целого числа (округление в большую сторону обеспечивает запас мощности смесительного подразделения на случай возникновения «узких мест» при реальной работе проектируемого предприятия);

3) на основании полученной сменной программы в штуках изделий определяют скорректированный объем сменной программы в м<sup>3</sup> (или т) и уточненные объемы производства в сутки и в час;

4) если в задании предусмотрен выпуск пустотелых изделий (например, пустотелого кирпича, пустотелых стеновых камней, многопустотных плит и т. п.), то откорректированные объемы производства изделий приводят как по геометрическому объему, так и в «плотном теле».

Откорректированная программа выпуска продукции служит основой для расчета производственной программы изготовления смесей. Необходимо учитывать, что для товарных смесей обе программы одинаковы; для выпускаемых же предприятием изделий и конструкций объемы смесей увеличиваются на величину различных видов потерь, предусмотренных действующими нормативами. Например, по нормам технологического проектирования безвозвратные потери бетонной смеси на заводах ЖБИ составляют 0,5 % [5].

Кроме того, для каждого вида продукции необходимо в отдельных строках представить программы выпуска различных видов выпускаемых смесей (например, раствор для фактурного слоя и легкий бетон для остальной части сечения конструкции).

Результаты расчета производственных программ представляют в форме табл. 2 и 3.

Таблица 2

Производственная программа выпуска \_\_\_\_\_  
(наименование видов продукции)

Заданная годовая программа выпуска продукции по видам и маркам, м <sup>3</sup> (т)	Откорректированная годовая программа выпуска продукции, м <sup>3</sup>		Объем производства, м <sup>3</sup> или т (над чертой) шт. (под чертой)			
	по геометрическому объему	в «плотном теле»	годовой	суточный	сменный	часовой
(Наименование вида или марки )	...	...	...	...	...	...
(Наименование вида или марки )	...	...	...	...	...	...

Производственная программа выпуска \_\_\_\_\_  
(наименование видов смесей)

Наименование видов продукции	Наименование видов смесей для каждого вида продукции	Потребность в смесях, м <sup>3</sup> (т)			
		годовая	суточная	сменная	часовая
(Наименование вида продукции)	(Наименование вида смеси)	...	...	...	...
	(Наименование вида смеси)	...	...	...	...
(Наименование вида продукции)	(Наименование вида смеси)	...	...	...	...
	(Наименование вида смеси)	...	...	...	...

## 2.4. Выбор и обоснование технологии производства смесей

Настоящий раздел является важнейшим в технологическом проектировании смесительного производства и должен характеризоваться творческим подходом к решению проблем, возникающих на каждом производственном переделе. Цель раздела состоит в обосновании комплекса решений, обеспечивающих наибольший технико-экономический эффект получения высококачественных смесей для заданных видов и объемов выпускаемой продукции. Основными принципами достижения данной цели являются:

- 1) анализ и сравнение возможных вариантов современных технологических и организационных решений по типу проектируемого цеха и по каждому этапу производственного процесса для выбора наиболее рационального;
- 2) использование на всех этапах комплексной механизации и автоматизации производственных процессов;
- 3) обеспечение устойчивой воспроизводимости процессов получения смесей с требуемыми свойствами (однородностью, плотностью, удобоукладываемостью, сохраняемостью свойств во времени и т.д.);
- 4) ресурсосбережение и экологическая безопасность.

Работу по разделу следует начать с выбора и обоснования типа проектируемого цеха (отделения) в зависимости от территориальной привязки его, от размещения потребителей, от целесообразности доставки сухих или обычных формовочных смесей на дальние расстояния. Например, при монолитном строительстве иногда целесообразно использовать или сухие смеси с перемешиванием после их транспортирования на стройплощадке, или проектировать мобильное производство, выпускающее только товарные растворы и бетоны непосредственно на территории строящегося объекта. Если основной продукцией являются строительные изделия и конструкции, целесообразнее принимать стационарные цеха. Далее следует выполнить укрупненное обоснование принимаемых решений по каждому переделу на основе технико-

экономического сравнения возможных вариантов. В частности, принимают решения:

- по способам доставки сырья на проектируемое предприятие и по способам их складирования;
- по способам подготовки сырья;
- по принципам размещения складских, подготовительных и смесительных отделений на территории предприятия;
- по схемам компоновки смесительного отделения (партерная или высотная);
- по принципам работы смесительного оборудования (непрерывного или периодического действия);
- по способам дозирования (весовое, объемное, объемно-весовое);
- по способам перемешивания для каждого вида смеси (гравитационное, принудительное, одно- или многостадийное и т.п.);
- по способам регулирования свойств смесей (предварительный разогрев, активация, использование различных добавок и другие виды обработок);
- по способам выдачи смесей потребителям и количеству перегрузок;
- по автоматизации и комплексной механизации производства и др.

Сравнение вариантов по одному из переделов может быть представлено, например, следующим образом. *Возможно использование нескольких способов складирования сырья: открытое при штабелировании материалов на открытых площадках и закрытое при хранении материалов в силосных, бункерных или полубункерных складах. Закрытое складирование повышает устойчивость и управляемость технологических процессов. Однако это решение при небольшой мощности проектируемого цеха значительно увеличит удельные капиталовложения и амортизационные отчисления, повысит себестоимость смесей и снизит рентабельность.*

При обосновании технологии складирования инертных материалов необходимо учесть использование теплоносителей для их прогрева при отрицательной температуре окружающей среды, когда комки увлажненных заполнителей не позволяют выдать их в транспортные устройства через точки в приемных бункерах и в самих складах. Для этого обычно в указанных узлах располагают паровые регистры, а в технико-экономических расчетах принимают усредненный расход теплоносителя от 30 до 50 кг пара на 1 м<sup>3</sup> смеси.

Описание решений по непосредственно смесительному цеху характеризует другой пример: *По компоновке различают бетоносмесительные цеха с высотной и партерной схемой. Отличительной чертой высотной схемы компоновки является однократный подъем составляющих компонентов смеси в бункерное отделение с последующим гравитационным перемещением материалов вниз – в дозаторное, смесительное отделение и далее. При партерной схеме компоновки оборудование бетоносмесительного цеха размещают в две ступени, т.е. поступающие со складов компоненты поднимаются дважды: сначала в расходные бункера, а затем после дозирования в смесители. Так как в проекте предусматривается строительство мобильного бетоносмесительного*

*цеха небольшой производительности, то в этом случае принимается партнерная схема компоновки, что позволит упростить систему ленточных конвейеров для подачи заполнителей в цех и уменьшит территорию застройки.*

В некоторых случаях при проектировании смесительных производств (например, для получения формовочных керамических смесей, смесей для силикатных автоклавных материалов, для бетонов с добавками, полимербетонов, асфальтобетонов и т.д.) необходимо рассмотреть условия подготовки сырьевых компонентов, входящих в состав этих смесей. В общем случае технология подготовки может включать в различном сочетании следующие переделы: выделение крупных включений и загрязняющих примесей; грубое измельчение (дробление); сушка или увлажнение до требуемой влажности; приготовление рабочих концентраций химических добавок; тонкое измельчение (помол); подогрев компонентов; обогащение компонентов; промежуточное складирование и др.

В ходе обоснования технологии подготовки сырьевых компонентов принимают основные параметры подготовительных процессов и необходимые виды оборудования для их осуществления. Например, при использовании добавок следует привести технологию получения их рабочих концентраций с указанием значений последних, а также выбранную технологию дозирования.

Целесообразность принимаемых в проекте решений зависит от их новизны, которая во многом определяет конкурентоспособность продукции предприятия на строительном рынке. Нельзя забывать об ускорении научно-технической революции в нашей отрасли, появлении новых предприятий с комплексной механизацией, автоматизацией и роботизацией, с компьютерным управлением технологических процессов, с использованием современных методов Всеобщего Управления Качеством – Total Quality Management (TQM). Все чаще используются добавки, модифицирующие свойства строительных материалов и требующие использования других типов дозаторов, не применяемых пока в нашей отрасли. Однако в ряде случаев покупаемые за рубежом, чаще всего в западноевропейских странах, технологические линии и комплекты оборудования, помимо значительных достоинств, имеют и недостатки, связанные с особенностями территориальной привязки предприятий. К числу недостатков можно отнести то, что склады инертных материалов и бетоносмесительные цехи, эксплуатируемые в европейских странах, не приспособлены для работы при отрицательных температурах окружающей среды, которая характерна для нашего региона в осенне-зимние периоды. В то же время их вполне целесообразно использовать в мобильных сезонных смесительных подразделениях.

После обоснования и изложения основных решений следует в тексте раздела дать полное детальное описание хода производственного процесса с перечнем всех операций на каждом технологическом переделе.

Принятые решения представляют в форме функциональной технологической схемы, пример которой приведен на рис. 1.

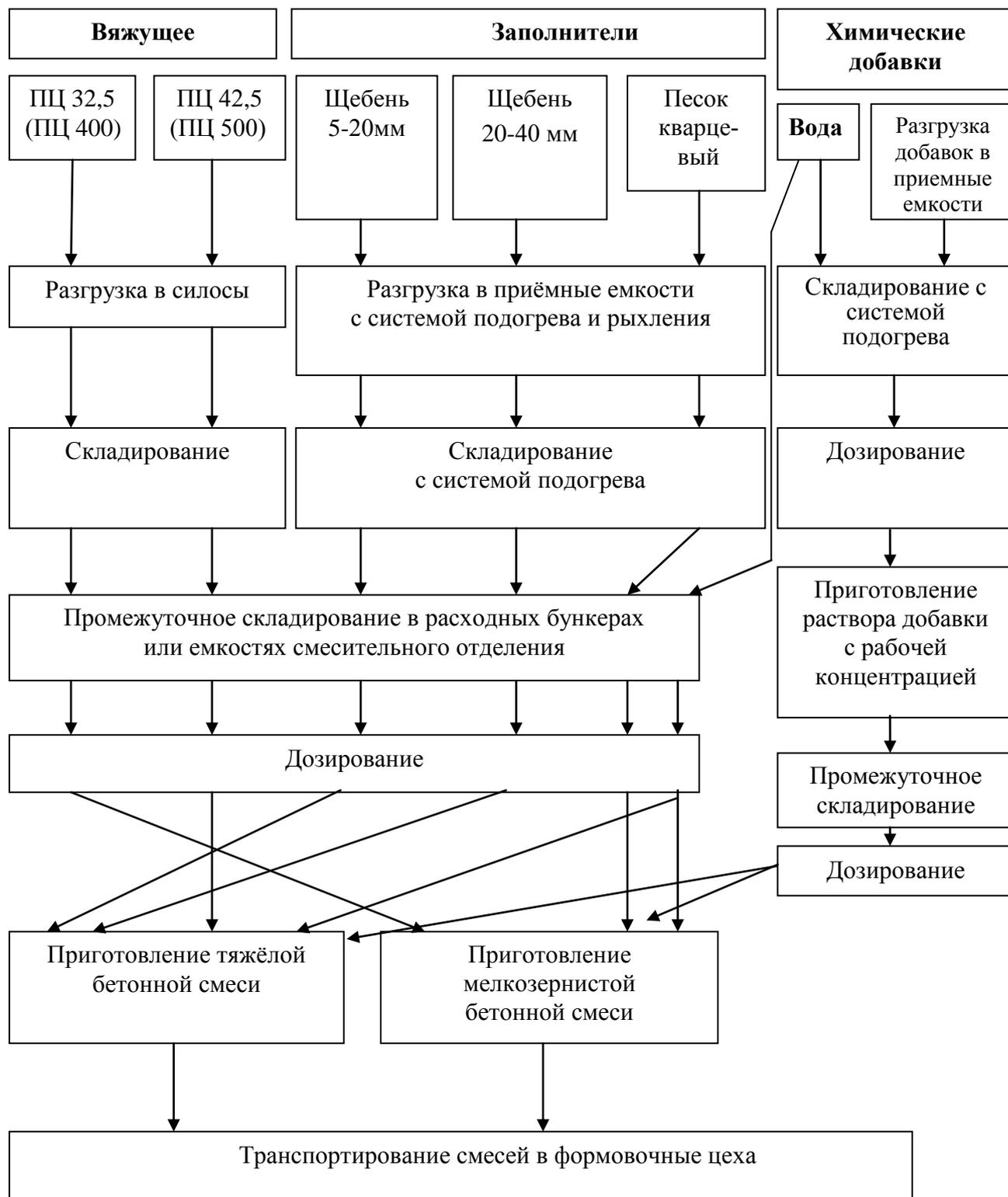


Рис. 1. Пример функциональной схемы производства тяжелой и мелкозернистой бетонных смесей

Разработка остальных разделов курсового проекта является дальнейшей детализацией принятой технологии, в частности, по составам смесей, по вместимости складов, по типам и количеству оборудования, по контролю технологического процесса и качества продукции и т.д. Однако в ряде случаев расчетные показатели этих разделов могут потребовать корректировки принятого варианта технологии.

## **2.5. Назначение составов формовочных смесей**

В настоящем разделе на основании принятых характеристик выпускаемых смесей и с учетом качества используемого сырья выбирают и обосновывают рациональные составы смесей.

Определяют расходы компонентов на  $1 \text{ м}^3$  (т) для всех видов смесей, что необходимо для определения потребностей предприятия в сырье с учетом внутривоздушных потерь. Потери исходных компонентов включают транспортные, трудноустраняемые, погрузочно-разгрузочные и складские потери. По среднестатистическим данным отрасли общий процент потерь вяжущих составляет 1,6 %, мелких заполнителей – от 0,8 до 1,0 %, крупных заполнителей – от 1,0 до 1,5 %.

Составы смесей в проектах с элементами научных исследований и в проектах по реконструкции или техническому перевооружению действующих предприятий могут быть приняты по результатам лабораторного подбора. При проектировании вновь строящегося предприятия составы, как правило, принимают по действующим нормативам, приведенным в СНиПах, стандартах, нормах технологического проектирования и технических условиях. При этом следует иметь в виду, что нормы технологического проектирования в большинстве случаев предусматривают расходы заполнителей с учетом потерь [5, 6]. Расходы же вяжущих веществ рекомендуется брать из [5, 6, 10] с последующим учетом указанных выше потерь. Все нормативы дают расходы материалов на единицу готовой продукции (т.е. поризованной, уплотненной, прессованной и т.д.).

Исходные составы смесей могут быть скорректированы по имеющимся результатам научно-исследовательских разработок, производственного опыта передовых предприятий, а также при использовании химических и других добавок. Основные виды добавок для бетонов представлены в прил. 5.

В тексте раздела следует обосновать каждый из принимаемых составов и привести порядок расчета компонентов. Окончательные расходы сырья на  $1 \text{ м}^3$  (или т) каждой смеси приводят в форме табл. 4.

Таблица 4

**Расход сырьевых материалов на 1 м<sup>3</sup> бетона  
(пример оформления)**

Вид изделий	Вид и класс бетона	Удобоукладываемость бетонной смеси (жесткость, с, осадка конуса, см)	Расходы материалов с учетом потерь*						
			цемент, кг	песок, м <sup>3</sup>	добавка (вид, расход)	щебень по фракциям, м <sup>3</sup>			вода
						5-10 мм	10-20 мм	20-40 мм	

*Примечание: \* каждый вид сырья записывают в отдельной графе; принцип определения величин потерь (нормативный или расчетный) приводят в примечаниях к таблице или в тексте раздела.*

### 2.6. Расчеты запасов сырья и характеристика складов

Данные о потребности всех видов сырья необходимы для расчетов его запасов на складах и в расходных бункерах. Основой для определения потребности предприятия в сырье служат принятые составы смесей (табл. 4) и производственная программа их выпуска (табл. 3).

Потребность в сырье целесообразно представить в форме табл.5.

Таблица 5

**Потребность в сырьевых материалах**

Наименование сырья и материалов по каждому виду продукции	Единица измерений	Потребности		
		в год	в сутки	в час

Вместимости расходных бункеров, транспортное и пылеосадительное оборудование рассчитывают по данным о часовой потребности в сырье. Вместимости складов определяют по данным о суточной потребности цеха в сырьевых материалах. По данным о годовой потребности рассчитывают стоимость сырья на годовую производственную программу по смесям.

Вместимости складов в большинстве случаев принимают на основании рекомендаций норм технологического проектирования [5, 6] в зависимости от способов доставки материалов на предприятие. При отсутствии нормативных данных расчет максимальных запасов сырья на складах выполняют по следующей формуле

$$Z_{max i} = H_i \cdot \Pi_{cym i}, \quad (1)$$

где  $Z_{max i}$  – максимальный запас  $i$ -ого материала на складе, т или м<sup>3</sup>;  
 $H_i$  – общий норматив запаса  $i$ -ого материала на складе, обоснованный проектировщиком, сутки;  
 $P_{сут i}$  – среднесуточная потребность в  $i$ -ом материале, принимаемая по данным табл. 5, т (м<sup>3</sup>)/сутки.

Норматив запаса при этом целесообразнее всего принимать минимально допустимый, так как увеличение вместимости складов требует дополнительных капиталовложений и увеличивает срок их окупаемости.

Результаты принятых решений и расчетов целесообразно представить в форме табл. 6.

Таблица 6

Расчетные вместимости складов сырья

Наименование склада	Единица измерения вместимости склада	Суточная потребность	Норма запаса, сутки	Расчетная вместимость склада
Склад заполнителей	м <sup>3</sup>			
Склад цемента	т			
Склад глинистого сырья	т			
Склад минеральных добавок	т			
Склад химических добавок	т			

После расчета максимальных запасов материалов на складе принимают типовые склады сырья, вместимость которых может отличаться от расчетных. Поэтому требуется уточнить, на сколько же суток обеспечивается запас сырья в принятом типовом складе; иногда целесообразно изменить длину типового склада, уменьшив его вместимость до принятой в расчетах.

В большинстве случаев на проектируемых предприятиях используют три типа складов сырья. В первом из них хранят все вяжущие материалы, во втором - заполнители, отощители, выгорающие добавки и т.п., в третьем - химические добавки (включая в этот склад и узел приготовления добавок).

Важным моментом является проектирование узлов приемки сырья с различных транспортных средств. Эти узлы могут быть фронтальными или точечными, с гравитационной или механической разгрузкой, со специальными устройствами для выгрузки смерзшегося сырья при отрицательных температурах окружающей среды, с подогревом или без и т.д.

При принятом конструкционном устройстве склада (заполнителей, глинистого сырья и т.п.) следует определить его размеры – ширину, высоту и длину штабеля при складировании в открытых складах, геометрические размеры каждого отсека складов закрытого типа (бункерных и полубункерных). Для силосного склада необходимо определить как общее количество силосов, так и количество силосов для каждого вида сырья, а также диаметр и высоту сило-

сов. Аналогичные характеристики следует определить и привести для складов добавок. Кроме того, необходимо дать следующие характеристики складских приемных устройств:

- открыты или закрыты они от атмосферных воздействий;
- какова их конструкция и размеры;
- какими видами транспорта можно доставлять на них сырье;
- насколько механизированы и автоматизированы разгрузочные работы;
- предусмотрен ли подогрев заполнителей и добавок.

Для каждого транспортного устройства (например, ленточного конвейера, размещенного в галерее) необходимо обосновать угол его наклона к горизонту и длину, а также принять системы пылеосаждения в каждом перегрузочном узле.

Наконец, в принятых решениях следует указать место размещения каждого склада на территории предприятия, что будет учтено при проектировании генерального плана в графической части проекта.

Характеристики некоторых складов вяжущих, заполнителей, добавок, бетоносмесительных цехов, а также технико-экономические показатели данных подразделений приведены в прил. 6.

Вместимость расходных бункеров или емкостей в подготовительном и смесительном отделениях (на 2-3 часа промежуточного складирования) рассчитывают отдельно для каждого вида, марки и фракции сырья; это же относится и к расчету емкостей для жидкостей. Геометрические размеры этих емкостей уточняют при компоновке смесительного отделения.

## **2.7. Выбор и расчет оборудования**

В данном разделе уточняют вопросы аппаратного оформления производства в соответствии с принятой технологией переработки сырья и приготовления смеси. Выбирают и рассчитывают оборудование складов сырья, в том числе транспортирующие и пылеосадительное, дозирующее и смесительное оборудование и т.д.

Оборудование складов заполнителей, вяжущих выбирается по справочной литературе, например, [14, 16, 19, 20, 24, 25-27]. Необходимо стремиться подбирать склады с запасами материалов максимально приближенными к производственным. При этом следует выбирать такие типы складов, оборудование которых позволяет производить транспортирование, загрузку и выгрузку, переработку и подготовку с высокой степенью механизации и автоматизации.

В тексте раздела следует привести характеристику принимаемых решений по предельным значениям масс дозируемых сырьевых материалов, для которых необходимо подобрать марки дозаторов; по пределам точности дозирования; требуется определить количество смесителей, обслуживаемых одним комплектом дозаторов. Следует иметь в виду, что в ряде случаев для обеспечения выпуска большого количества видов формовочных смесей, исключение

перерывов в их подаче и по ряду других причин целесообразно расчетное количество смесителей несколько завышать.

Расчет необходимого количества смесителей периодического действия рекомендуется проводить в следующем порядке:

1) Определяют расчетную часовую производительность смесителя  $P_i$  для каждого вида выпускаемой смеси в м<sup>3</sup>/ч, используя формулу

$$P_i = V \cdot n \cdot K_B / 1000, \quad (2)$$

где  $V$  – емкость смесителя по загрузке материалов, л (принимается по техническим характеристикам смесителей);

$n$  – расчетное количество замесов в час (для жестких и подвижных бетонных смесей, приготовляемых в смесителях принудительного действия  $n = 30$ , гравитационного –  $n = 25 - 30$ ; для растворных смесей  $n = 20$ ; для легких смесей и смесей на пористых заполнителях  $n = 13 - 20$ );

$K_B$  – коэффициент выхода смеси (для тяжелых бетонных смесей  $K_B = 0,67$ , для легких –  $K_B = 0,75$ , для растворных –  $K_B = 0,8$ ).

Расчетная производительность смесителей для приготовления ячеистобетонных смесей определяется по формуле

$$P_i = V_{см} \cdot m, \quad (3)$$

где  $V_{см}$  – объем формируемого (формируемых) из одного замеса ячеистобетонного массива (массивов), м<sup>3</sup>/шт.;

$m$  – количество замесов за один час, зависящее от длительности перемешивания (с временем загрузки компонентов), длительности выгрузки смеси в форму, длительности перемещения смесителя обратно от поста формирования, шт./ч.

2) Рассчитывают количество смесителей  $N_i$  для каждого вида смеси по формуле

$$N_i = \frac{Q_i}{P_i \cdot K}, \quad (4)$$

где  $Q_i$  – часовая потребность предприятия или потребителя в  $i$ -ом виде смеси, м<sup>3</sup>/ч;

$K$  – коэффициент неравномерности выдачи, смеси, обычно составляющий 0,8 для товарных смесей и от 0,5 до 0,8 для формовочных линий в зависимости от способа производства (в ряде случаев, например, для трехсменного режима работы коэффициент может находиться в пределах 0,8 - 1).

3) Принимают количество смесителей, округляя сумму  $N_i$  до целого числа. Если при этом загрузка смесителей не превышает 70 %, то следует принять смеситель с меньшей емкостью по загрузке материалов. Расчеты следует выполнять до тех пор, пока загрузка смесителей будет превышать или

равняться 70 %. В некоторых случаях целесообразно в одном смесителе приготавливать смеси нескольких видов.

Количество смесителей непрерывного действия определяют как отношение потребности в смесях к эксплуатационной производительности выбранной марки смесителя.

Остальные виды оборудования можно принимать без расчета по их паспортным характеристикам в зависимости от требуемой производительности на соответствующих переделах. Важной позицией при этом является выбор средств аспирации и обеспыливания, а также обоснование принципов размещения всего оборудования для обеспечения безопасных условий труда рабочих и обслуживающего персонала. При выборе видов и марок оборудования, их технических характеристик и стоимости целесообразно использовать справочники последних годов выпуска или информацию из Интернета.

Спецификацию оборудования смесительного цеха и складов сырьевых материалов представляют в форме табл. 7.

Таблица 7

Спецификация оборудования смесительного цеха  
и складов сырьевых материалов

Наименование оборудования	Марка оборудования	Краткая техническая характеристика			Количество единиц оборудования, шт.
		Габаритные размеры, мм	Масса, кг	Установленная мощность двигателей, кВт	
Всего					

## 2.8. Характеристика схемы генерального плана

Настоящий раздел носит описательный характер тех решений, которые были приняты на стадии проектирования генерального плана в графической части проекта.

В характеристике схемы следует изложить реализацию основных принципов проектирования генерального плана: компактности планировки, зонирования и блокировки, минимальной протяженности инженерных коммуникаций и дорог, благоустройства и озеленения санитарно-защитной зоны. Необходимо отметить размещение на территории не только основных, но и вспомогательных подразделений – материально-технического склада и склада горюче-смазочных материалов, компрессорной, котельной, ремонтно-механических мастерских (цехов), очистных сооружений и т.д.

Особое внимание следует уделить проектированию железнодорожных путей на территории проектируемого предприятия с учетом возможности беспрепятственного подъезда к любой зоне для выполнения погрузочно-разгрузочных работ.

## 2.9. Характеристика компоновочных решений

В данном разделе описывают принятые решения по размещению оборудования в зданиях подготовительного и смесительного отделений, складов и галерей, представленных на чертежах.

Здесь следует отразить:

- насколько компоновочные решения отвечают современным требованиям по обеспечению технологического процесса и насколько они отличаются от решений в типовых проектах;
- где располагаются помещения для средств автоматизации и контроля;
- как решены вопросы компактности расположения оборудования, удобства его обслуживания, монтажа, ремонта и замены, организации рабочих мест, охраны труда и техники безопасности;
- каковы санитарно-гигиенические условия труда рабочих и др.

## 2.10. Организация контроля технологического процесса и качества продукции

Контроль процесса должен обеспечить выпуск смеси, отвечающей требованиям действующей нормативно-технической документации (стандартов, технических условий) и проектным требованиям.

Для процесса приготовления смеси предусматривают входной контроль качества сырьевых материалов, текущий операционный контроль технологических параметров и выходной контроль качества получаемой смеси.

В проекте требуется определить технологические переделы, подлежащие контролю, принять соответствующие методы контроля, их периодичность, приборы и оборудование, определить исполнителей.

Решения по организации контроля рекомендуется представить в форме табл. 8.

Таблица 8

Карта контроля технологического процесса и качества продукции

Форма контроля	Наименование технологического передела или операции	Объект контроля	Перечень контролируемых операций, параметров с численными значениями	Нормативные документы	Методы и средства контроля	Периодичность контроля	Контролирующее лицо (отдел)	Учетная документация
----------------	---	-----------------	--	-----------------------	----------------------------	------------------------	-----------------------------	----------------------

При анализе входного и операционного контроля технологического процесса в таблицу записывают все подлежащие контролю операции технологического процесса, начиная со складирования сырья и заканчивая выдачей готовой смеси. При выходном контроле определяют показатели качества смеси и ее соответствие этим показателям.

Объектом контроля могут являться сырьевые материалы на складе или в приемных бункерах цехов, бетонные и другие формовочные смеси, режимные параметры процесса перемешивания и т.д.

В перечень контрольных операций включают все требования, предусмотренные стандартами на конкретный вид продукции. Например, для железобетонных изделий это могут быть следующие операции:

- по сырью: химический и минералогический составы, влажность, фракционный состав, количество примесей, активность, сроки схватывания и т.д.;
- по складированию: наличие материалов на складе, запас материала в расходных бункерах смесительного цеха и т.д.;
- по дозированию: точность и время дозирования компонентов смеси;
- по перемешиванию: длительность приготовления смеси, объем замеса, режимные параметры и энергетические затраты процесса и т.д.;
- по готовой смеси: показатели качества смеси, физико-механические свойства бетона из данной смеси.

Метод контроля может быть визуальный, с замерами, с лабораторными испытаниями в соответствии с требованиями стандартов, с указанием их номеров. В качестве средств контроля записывают все необходимое оборудование, приборы, инструменты. Например, для контроля качества песка необходимы следующие средства: сушильный шкаф, бюкс, эксикатор, цилиндр мерный, секундомер, набор сит, весы и др.

Периодичность контроля определяют по требованиям стандартов предприятия или государственных стандартов с учетом специфики работы предприятия, графиков доставки сырья.

В качестве контролирующих лиц выступают рабочие, бригадиры, мастера, инженеры лаборатории, лаборанты, контролеры ОТК.

Учетной документацией может являться: журнал лабораторного контроля, журнал учета состояния оборудования, журнал контроля дозировки и перемешивания, журнал ОТК и другая документация.

## **2.11. Решения по охране труда и экологической безопасности**

В данном разделе указывают принятые в проекте решения по безопасным условиям труда, по предотвращению вредных воздействий производства на окружающую среду, по противопожарной безопасности.

Принятым решениям предшествует выполнение в тексте раздела анализа условий труда, возможных вредностей производства, а также анализа возможного расположения пожароопасных мест. На основе такого анализа следует

предложить конкретные решения, которые целесообразно представить в форме табл. 9.

Таблица 9

Проектные решения по охране труда, экологической безопасности

Технологический передел, процесс, операция	Возможные опасности и производственные вредности	Проектные решения

Принимаемые проектные решения необходимо согласовать с действующими нормативами по охране окружающей среды и санитарными нормами проектирования промышленных предприятий [28 - 30].

## 2.12. Техничко-экономические показатели проекта

Техничко-экономические показатели проекта позволяют оценить эффективность принятых в проекте решений.

Данный раздел включает:

- определение стоимости основных фондов смесительного цеха и складского хозяйства завода;
- определение численности работающих;
- расчет затрат на производство (цеховой себестоимости) смесей;
- расчет основных технико-экономических показателей и их анализ.

### 2.12.1. *Определение стоимости основных фондов смесительного цеха и складского хозяйства*

В стоимость основных фондов (ОФ) входят капитальные затраты на строительство зданий и сооружений, на приобретение, транспортирование и монтаж оборудования.

Для определения стоимости зданий, сооружений и оборудования целесообразно использовать укрупненные нормативы удельных капитальных вложений в строительство новых заводов товарного бетона и раствора (прил. 6) или цены на строительство промышленных объектов и оборудование, сложившиеся на рынке на момент проектирования (данные государственной статистики, «Internet» и пр.). Кроме того, в проекте допускается определение стоимости оборудования, исходя из его массы и действующих цен на металл, используемый для производства рабочих машин и механизмов.

В случае применения укрупненных нормативов их значения по зданиям и оборудованию следует умножить на соответствующие инфляционные индексы, характеризующие динамику изменения цен на элементы основных фондов по отношению к базовому году.

Расчет стоимости основных фондов БСЦ и складского хозяйства целесообразно представить в форме табл. 10.

Таблица 10

Стоимость основных фондов БСЦ и складского хозяйства

Наименование статей расчета	Стоимость, тыс.р.			Способ определения
	здания и сооружения	оборудование	общая	
1. Объекты основного производственного назначения: - БСЦ - склад заполнителей - склад цемента - склад химических добавок* - узел приготовления добавок ⋮				расчетом с учетом табл. 6, 7
2. Прочие затраты и работы (проектно-изыскательские работы, подготовка территории, подготовка эксплуатационных кадров, неучтенные строительные-монтажные работы и оборудование и др.)				12 % от стоимости зданий; 25 % от стоимости оборудования
<i>Итого с учетом индексов цен**</i>				

*Примечания: \* при использовании автоматизированного отделения по приему, хранению и приготовлению химических добавок склад химических добавок и узел приготовления добавок разделять не следует;*

*\*\* индексы цен к базовому году отдельно по зданиям и оборудованию принимаются в соответствии с экономической ситуацией, сложившейся на момент проектирования.*

В дальнейшем результаты расчета стоимости основных фондов используются для определения величины амортизационных отчислений в цеховой себестоимости бетонных смесей.

### 2.12.2. Определение численности работающих

Расчет численности работающих включает расчет явочной численности основных и вспомогательных рабочих, их списочной численности, а также численности цехового персонала.

**Явочная численность рабочих** представляет собой минимальное количество рабочих, необходимое для выполнения сменного задания по выпуску продукции. При этом выделяют основных и вспомогательных рабочих.

**Основные** рабочие непосредственно участвуют в технологическом процессе подготовки сырья и приготовления смеси, а **вспомогательные** — в технологическом процессе непосредственного участия не принимают, но обеспечивают

нормальную работу оборудования.

Явочная численность как основных, так и вспомогательных рабочих сменительного цеха и складского хозяйства определяется в соответствии с нормами обслуживания оборудования с учетом автоматизации процессов, а разряд рабочих назначается по тарифно-квалификационному справочнику, по литературным данным или данным передовых предприятий отрасли.

Для обслуживания приемных отделений складов, работающих с железнодорожным транспортом (т. е. круглосуточно), необходимо принимать не более одного основного и одного вспомогательного рабочих.

Помимо явочной численности основных и вспомогательных рабочих для дальнейших расчетов, в частности, расчета трудозатрат на 1 м<sup>3</sup> смеси, понадобится значение расчетного годового фонда времени работы рабочих, который определяется как произведение явочного количества рабочих в сутки, расчетного количества рабочих дней в году и продолжительности смены в рабочих часах.

Расчет явочной численности рабочих и их годового фонда времени работы целесообразно представить в форме табл. 11.

Таблица 11

Явочная численность рабочих и их расчетный годовой фонд времени работы

Наименование рабочих мест	Квалификация (тарифный разряд)	Явочное количество рабочих в смену	Количество смен в сутки	Явочное количество рабочих в сутки	Количество рабочих дней в году	Расчетный годовой фонд времени работы рабочих, чел.-ч
<b>1. Основные рабочие</b> (Наименование подразделения – цех, склад и т. д.)						
...	...	...	...	...	...	...
Итого основных рабочих					Итого	
<b>2. Вспомогательные рабочие</b> (Наименование подразделения – цех, склад и т. д.)						
...	...	...	...	...	...	...
Итого вспомогательных рабочих				...	Итого	...
Всего				...	Всего	...

Списочную численность рабочих можно определить по явочной численности, умножив ее на коэффициент перехода ( $K_{пер}$ ) от явочной численности к списочной. Данный коэффициент рассчитывают по формуле

$$K_{пер} = \frac{N}{365 - (n_1 + n_2 + n_3)}, \quad (5)$$

где  $N$  – принятое номинальное количество рабочих дней в году;

$n_1$  – количество выходных и праздничных дней в году (112 дней);

$n_2$  – количество отпускных дней в году (в среднем 24 рабочих дня);

$n_3$  – прочие невыходы на работу (по среднестатистическим данным составляют 15 рабочих дней).

Коэффициенты перевода для рабочих складского хозяйства и смесительного цеха будут различаться в зависимости от принятого режима работы (табл. 1) соответствующих подразделений (253, 305 или 350 дней).

При расчете численности цехового персонала целесообразно руководствоваться тем, что соотношение численности цехового персонала и рабочих может достигать 1:10.

Расчет численности цехового персонала следует представить в форме табл. 12.

Таблица 12

### Численность цехового персонала

Наименование штатных должностей	Категория работающих (ИТР, служащие)	Количество штатных единиц
...	...	...
...	...	...
Итого:		...

Данные о численности основных и вспомогательных рабочих, цехового персонала являются основой для расчета величины заработной платы и отчислений на социальные нужды в цеховой себестоимости бетонных смесей.

#### ***2.12.3. Расчет затрат на производство и себестоимости смесей***

В состав затрат на производство смесей входят следующие калькуляционные статьи затрат:

- материальные затраты;
- заработная плата работающих;
- отчисления на социальные нужды;
- амортизация;
- прочие затраты.

**Материальные затраты** складываются, в свою очередь, из затрат на основное производство, на воду, на вспомогательные материалы и на энергоресурсы.

Расчет затрат на основное производство (сырье, материалы, покупные полуфабрикаты) и воду целесообразно привести в форме табл. 13 отдельно для каждого вида смесей.

Таблица 13

## Расчет годовых затрат на основное производство и воду

Наименование сырья, материалов	Ед. изм.	Норма расхода на 1 м <sup>3</sup> смеси*	Сметная цена* сырья, материалов, р./нат.ед.	Годовой объем производства смеси, м <sup>3</sup>	Величина годовых затрат	
					в натуральных единицах	в тыс. р.
Смесь № 1						
...		на основе	...	...	...	...
...		данных табл. 4	...	...	...	...
Смесь № 2						
...		...	...	...	...	...
...		...	...	...	...	...
Итого по сырью, материалам						...
Вода	м <sup>3</sup>	...	...	...	...	...

Примечание: \* сметные цены на сырьевые материалы, учитывают транспортные, снабженческо-сбытовые и заготовительно-складские расходы всех участников строительства на момент проектирования.

Расчет затрат на энергоресурсы состоит из расчетов затрат на тепловую энергию и электроэнергию, которые рекомендуется выполнять усреднено на годовой объем производства смеси.

Расчет затрат на тепловую энергию целесообразно представить в форме табл. 14.

Таблица 14

## Затраты на тепловую энергию

Наименование	Ед. изм.	Расход пара на 1 м <sup>3</sup> смеси, т	Сметная цена пара, р./т	Годовой объем производства смеси, м <sup>3</sup>	Величина годовых затрат на пар	
					в натуральных единицах	в тыс. р.
1. Пар						
в том числе:						
–на технологические цели	т	...	...	...	...	...
–на хозяйственные нужды	т	...	...	...	...	...
Итого						...

Теплоноситель на технологические цели требуется, в первую очередь, для подогрева материалов на складах при температуре окружающей среды менее +5 °С. Например, ориентировочный среднегодовой расход пара для подогрева заполнителей бетона составляет около 30 кг на 1 м<sup>3</sup> бетонной смеси. Расход теплоносителя на хозяйственные нужды может быть принят в 1,5 - 2 раза ниже его расхода на технологические цели.

Расчет затрат на электроэнергию рекомендуется осуществлять по одноставочному тарифу, т. е. только за потребленное количество электроэнергии.

Расход электроэнергии на технологические цели ( $\mathcal{E}_T$ ) в кВт·ч определяют по формуле

$$\mathcal{E}_T = N \cdot F_p \cdot k, \quad (6)$$

где  $N$  – установленная мощность электродвигателей проектируемого предприятия или цеха (см. табл. 7 настоящих методических указаний), кВт;

$F_p$  – расчетный годовой фонд времени работы (см. табл. 1), ч;

$k$  – коэффициент, который учитывает КПД токоприемников, потери в сети, долю использования оборудования по времени и по мощности; его можно принять равным 0,35 - 0,45.

Результаты расчета затрат на электроэнергию следует представить в форме табл. 15.

Таблица 15

### Затраты на электроэнергию

Виды затрат электроэнергии	Расход электроэнергии, кВт·ч/год	Тариф на электроэнергию р. / кВт·ч	Величина годовых затрат на электроэнергию, тыс. р.
На технологические цели	...	...	...
На хозяйственные нужды (освещение)	10 % от расхода на технологические цели		...
Итого:			...

*Примечание: удельный расход электроэнергии на смешанное производство в отрасли (без учета расходов на сушку, помол) составляет от 5 до 10 кВт·ч на 1 м<sup>3</sup> смеси.*

**Зарботную плату** основных и вспомогательных рабочих, цехового персонала можно получить, умножив списочное количество работников каждой категории на сложившуюся в отрасли на момент проектирования среднемесячную заработную плату и на количество календарных месяцев в году.

**Отчисления на социальные нужды** определяют по установленному нормативу в процентах от заработной платы.

**Амортизационные отчисления** ( $A_o$ ) на реновацию (полное восстановление) основных фондов рассчитывают по действующим нормам амортизации отдельно по зданиям, сооружениям и оборудованию по формуле

$$A_o = \frac{\overline{ОФ} \cdot H_a}{100}, \quad (7)$$

где  $\overline{ОФ}$  – стоимость основных фондов, тыс. р.;

$H_a$  – норма амортизации основных фондов, %.

Расчет амортизационных отчислений целесообразно представить в форме табл. 16.

Таблица 16

Амортизационные отчисления

Группа основных производственных фондов	Стоимость, тыс. р.	Норма амортизации*, %	Годовая сумма амортизационных отчислений
Здания и сооружения	См. табл. 10	2,5	...
Оборудование	См. табл. 10	15	...
Всего	...	-	...

Примечание: \* даны нормы амортизации 2010 года.

Результаты расчетов цеховых затрат на производство смесей рекомендуется представить в форме табл. 17.

Таблица 17

Цеховые затраты на производство и себестоимость смесей

Наименование затрат	Затраты по видам смесей				Итого на годовую программу выпуска смесей, тыс. р.
	Смесь № 1		Смесь № 2		
	на единицу, р./м <sup>3</sup>	на годовой объем выпуска, тыс. р.	на единицу, р./м <sup>3</sup>	на годовой объем выпуска, тыс. р.	
1. Материальные затраты	(Расчетом, пользуясь данными табл. 13)				
1.1. Основное производство	(Расчетом, пользуясь данными табл. 13)				
1.2. Вода	(10 - 12 % от поз. 1.1.)				
1.3. Вспомогательные материалы					
1.4. Энергоресурсы:					
– пар	(Расчетом, пользуясь данными табл. 14)				
– электроэнергия	(Расчетом, пользуясь данными табл. 15)				
2. Заработная плата	(Расчетом)				
3. Отчисления на социальные нужды	(В % от заработной платы)				
4. Амортизация	(Расчетом, пользуясь данными табл. 16)				
5. Прочие затраты	(5 % от суммы предыдущих затрат)				
Всего					

Все результаты технико-экономических расчетов обобщают и представляют в форме табл. 18.

## Сводные технико-экономические показатели

Наименование показателей	Значение показателей по проекту
1. Годовой объем производства смесей, м <sup>3</sup>	...
2. Годовая себестоимость производства смесей, тыс. р.	...
3. Себестоимость производства смеси по видам, р./м <sup>3</sup> ..... .....	... ...
4. Численность работающих: всего, чел.: в том числе: - рабочих (основных и вспомогательных) - ИТР, служащих	... ... ...
5. Производительность труда (выработка на одного списочного рабочего в год), м <sup>3</sup> /чел.	...
6. Расчетный годовой фонд времени работы рабочих, чел.·ч	...
7. Трудозатраты на единицу продукции (средние), чел.·ч/м <sup>3</sup>	...
8. Годовой фонд заработной платы работников (ФЗП), тыс.р.	...

Завершают раздел анализом технико-экономических показателей, для которого принимают во внимание аналогичные среднеотраслевые показатели, показатели из типовых проектов и справочной литературы. Отмечается также, за счет каких факторов проектные показатели выше или ниже среднеотраслевых, а также какова эффективность разработанного проекта в целом.

### 3. ОФОРМЛЕНИЕ ГРАФИЧЕСКОЙ ЧАСТИ ПРОЕКТА

Разработка графической части, так же как и обоснование технологии, является важнейшим этапом проектирования и носит творческий характер.

В графической части проекта показывают:

- 1) расположение подготовительного и смесительного производства на территории предприятия;
- 2) взаимосвязь складского хозяйства с подготовительным и смесительным отделениями, в том числе транспортные галереи и узлы приема сырья;
- 3) расположение и взаимную увязку принятого оборудования на этажах здания смесительного отделения;
- 4) способы и средства подачи смесей к формовочным отделениям или выдачи их потребителям.

Для решения вопросов расположения подготовительного и смесительного отделений и складского хозяйства на территории предприятия выполняют эскизы вариантов схем генерального плана, обсуждая их с руководителем проектирования. Принятый вариант является основой генерального плана предприятия. При его проектировании необходимо руководствоваться требованиями, изложенными в [31]. При выполнении чертежей требуется соблюдение основных принципов: компактности планировочных решений, зонирования территории, минимальной протяженности транспортных путей, создания санитарно-защитной зоны, благоустройства территории и ее озеленения.

При проектировании транспортных путей целесообразно учитывать, следующие правила:

- на территорию предприятия обычно делают один въезд железнодорожной ветки, которую затем разветвляют, для этого используются стрелочные переводы;
- минимальное расстояние между смежными путями составляет около 6 м;
- площадь между путями обычно не используется, поэтому не эффективно увеличивать расстояния между осями смежных путей;
- соотношение длины стрелочного перевода к расстоянию между осями смежных путей принимают не менее 6:1;
- радиус закругления автодорог составляет не менее 6 м для двухосных автомобилей и 12 м - для автомобилей с прицепом.

Размещение подготовительного и смесительного отделений на генеральном плане должно быть увязано с расположением складов и формовочных цехов для предприятий ЖБИ и ЖБК.

При размещении оборудования необходимо знать, что:

- планы и разрезы отделений вначале следует разрабатывать на миллиметровой бумаге для обсуждения возможных вариантов с руководителем проектирования;
- для удобства чтения чертежей ориентация планов и разрезов должна совпадать с ориентацией их на генеральном плане;
- на чертежах необходимо представить два разреза и планы не менее трех этажей вертикального БСУ (например, бункерное, дозаторное, смесительное отделение и отдельная выдача формовочной смеси);
- размещать оборудование следует на минимальных площадях с учетом проходов вокруг него, площадок для ремонта, а при проектировании автоматизированного смесительного цеха - с учетом расположения комнаты оператора и системы управления;
- для удобства обслуживания и ремонта целесообразно стремиться к минимальному количеству перегрузочных узлов;
- для транспортирования узлов и оборудования при его монтаже (демонтаже) обычно устанавливают вверху здания тельфер, устраивая под ним проемы во всех перекрытиях на этажах;

- путепроводы подачи сырья в цех и бетонной смеси потребителям не должны пересекать лестничные клетки и шахты для подъема (опускания) оборудования.

При проектировании бетоносмесительного узла следует помнить, что:

- если бетонную смесь потребителям транспортируют в емкостях периодического действия, то выгрузка ее из смесителя через течку может быть предусмотрена либо сразу в бетонораздаточный бункер бетоновозной эстакады (или в транспорт внешнего потребителя), либо туда же через приемный бункер, либо через приемный бункер и промежуточный бетонораздаточный бункер, соединяющий смесители с ветками бетоновозной эстакады;

- нижняя отметка бетонораздаточного бункера на бетоновозной эстакаде должна соответствовать высоте бетоноукладчика;

- в случае перегрузки смеси из бетонораздаточного в накопительный бункер, расположенный под бетоновозной эстакадой, нижняя отметка первого может превышать высоту бетоноукладчика не более, чем на 1 - 1,5 м.

Рекомендуемые масштабы чертежей:

- для генплана - 1 : 500 или 1 : 1000;
- для планов и разрезов - 1 : 50 или 1 : 100.

Примеры оформления графической части комплексного курсового проекта представлены в прил. 7.

#### **4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ КУРСОВОГО ПРОЕКТА**

В перечень форм контроля выполнения студентами комплексного курсового проекта входят:

- текущий контроль правильности и качества выполнения курсового проекта (осуществляется руководителем курсового проектирования);

- текущий контроль сроков выполнения курсового проекта (осуществляется кафедрой в ходе проведения смотров курсовых проектов);

- итоговый контроль в форме защиты курсового проекта.

Законченный проект допускается к защите перед комиссией после проверки его руководителем и исправления сделанных им замечаний. Защита курсового проекта студентом проводится после выполнения всех разделов пояснительной записки и чертежей. Защиту принимает комиссия, в состав которой входят не менее 2-ух преподавателей, включая руководителя курсового проектирования. По итогам защиты студент получает оценки, соответствующие качеству работы, уровню освоения программ по дисциплинам «Технология бетона, строительных изделий и конструкций» и «Экономика отрасли». После защиты студенту выставляется оценка: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно».

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Баженов, Ю.М. Технология бетона / Ю.М. Баженов - М.: АСВ, 2007. - 526 с.
2. Баженов, Ю.М. Технология бетона, строительных изделий и конструкций М.: АСВ, 2004. - 236 с.
3. Перцев, В.Т. Технология бетона, строительных изделий и конструкций / В.Т. Перцев, А.В. Крылова, С.П. Козодаев. - Воронеж. гос. арх.- строит. ун-т.: Воронеж, 2007. - 100 с.
4. СНиП 3.09.01 - 85. Производство сборных железобетонных конструкцией изделий. - М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1985. - 40 с.
5. ОНТП 07 - 85. Общесоюзные нормы технологического проектирования предприятий сборного железобетона. - М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1986. - 50 с.
6. ОНТП 09-85. Общесоюзные нормы технологического проектирования предприятий по производству изделий из ячеистого и плотного бетонов автоклавного твердения. - Таллин: Минстроймат. СССР, 1986. - 115 с.
7. ГОСТ 27006 - 86. Бетоны. Правила подбора состава. - М.: Изд-во стандартов, 1986 - 10 с.
8. ГОСТ 7473 - 94. Смеси бетонные. Технические условия. - М.: Минстрой России, 1996. - 15 с.
9. ГОСТ 28013 - 89. Растворы строительные. Общие технические условия. - М.: Изд-во стандартов, 1988. - 13 с.
10. СНиП 82-02-95. Федеральные ( типовые ) элементные нормы расхода цемента при изготовлении бетонных и железобетонных изделий и конструкций. - М.: Минстрой России, 1996. - 14 с.
11. Рекомендации по подбору составов тяжелых и мелкозернистых бетонов (к ГОСТ 27006-86). - М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1990. - 68 с.
12. Руководство по пароразогреву бетонных смесей при производстве сборного железобетона / НИИ бетона и железобетона - М.: Стройиздат., 1978. - 49 с.
13. Пособие по применению химических добавок при производстве сборных железобетонных конструкций и изделий (к СНиП 3.09.01.- 85) / НИИЖБ. - М.: Стройиздат, 1989. - 39 с.
14. Производство сборных железобетонных изделий. Справочник под ред. К.В. Михайлова, К.М. Королева. - М.: Стройиздат., 1989. - 447 с.
15. Асфальтобетонные и цементобетонные заводы: Справочник. - М.: Транспорт, 1982. - 208 с.
16. Королев, К.М. Производство бетонной смеси и раствора. - М.: Высш. шк., 1970. - 77 с.
17. Соломатов, В.И. Технология полимербетонов и армополимербетонных изделий. - М.: Стройиздат, 1984. - 142 с.
18. Цителаури, Г.И. Проектирование предприятий сборного железобетона: Учеб. пособие для вузов. - М.: Высшая школа, 1986. - 312 с.
19. Строительные машины. Справочник в 2 т. под ред. В.А. Баумана, Ф.А. Лапира. - М.: Машиностроение, 1977. - Т. 1 - 502 с., Т. 2 - 496 с.

20. Машины и оборудование для производства керамических и силикатных изделий: Отраслевой каталог - ЦНИ информации и технико - экон. исслед. по строит., дор. и коммун, машиностр. М., 1990. - 313 с.

21. Строительная керамика. Справочник. Под ред. Е.Л. Рохваргера. - М.: стройиздат, 1976. - 493 с.

22. Булавин, И.А. Машины и автоматические линии для производства тонкой керамики. - М.: Машиностроение, 1979. - 325 с.

23. Ильевич, А.П. Машины и оборудование для заводов по производству керамики и огнеупоров: Учеб. для вузов. - 2-е изд., перераб. - М.: Высш. шк., 1979. - 344 с.

24. Строительные машины. Справочник в 2 т., Т.2: Оборудование для производства строительных материалов и изделий / В.Н. Лямин, М.Н. Горбовец, И.И. Быховский и др.; Под общ. ред. М.Н. Горбовца. - 3-е изд., перераб. - М.: Машиностроение, 1991. - 496 с.

25. Механическое оборудование предприятий строительных материалов, изделий и конструкций: Учеб. для вузов / С.Г. Силенок, А.А. Борщевский, М.Н. Горбовец и др. - М.: Машиностроение, 1990. - 406 с.

26. Борщевский, А.А. Механическое оборудование для производства строительных материалов и изделий: Учеб. для вузов. / А.А. Борщевский, А.С. Ильин. - М.: Высшая школа, 1987. - 368 с.

27. Оборудование лабораторий строительно-монтажных организаций и предприятий стройиндустрии. - М.: Стройиздат, 1980. - 133 с.

28. СН 245-71. Санитарные нормы проектирования промышленных предприятий. - М.: Стройиздат, 1972. - 56 с.

29. ГОСТ 17.1.3.13 - 86. Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к охране поверхностных вод от загрязнения. - М.: Изд-во стандартов, 1985. - 3 с.

30. ГОСТ 17.2.3.02 - 78. Охрана природы. Атмосфера. Правила установления допустимых выбросов вредных веществ промышленных предприятий. - М.: Изд-во стандартов, 1991. - 14 с.

31. СНиП II-89 - 90. Генеральные планы промышленных предприятий / Госстрой РФ. - М., 1995. - 31 с.

**ПРИЛОЖЕНИЯ**  
**(справочные материалы по вопросам проектирования**  
**смесительных узлов и складских отделений)**

**Классификация бетонных смесей по удобоукладываемости**

Таблица П. 1.1

Показатели жесткости и подвижности бетонных смесей  
(ГОСТ 7473-94)

Марка по удобоукладываемости	Норма удобоукладываемости по показателям	
	жесткости, с	подвижности, см
СЖ3	более 100	-
СЖ2	51-100	-
СЖ1	50 и менее	-
Ж4	31 и более	-
Ж3	21 - 30	-
Ж2	11 - 20	-
Ж1	5 - 10	-
П1	4 и менее	1-4
П2	-	5-9
П3	-	10-15
П4	-	16-20
П5	-	21 и более

**Соотношение между классами бетона по прочности на сжатие и марками**

Зависимость между классом бетона по прочности и его средней прочностью определяется по формуле

$$B = R(1-tv), \quad (9)$$

где  $B$  – класс бетона по прочности, МПа;

$R$  – средняя прочность бетона, МПа, которую следует обеспечить при производстве конструкций;

$v$  – коэффициент вариации прочности бетона;

$t$  – коэффициент, характеризующий принятую при проектировании обеспеченность класса бетона.

Таблица П. 2.1

**Соотношение между классами и марками тяжелого бетона по прочности на сжатие (ОНТП 07-85)**

Класс бетона по прочности	Средняя прочность бетона*, кгс/см <sup>2</sup>	Ближайшая марка бетона по прочности на сжатие
B3,5	45,8	M 50
B5	65,5	M 75
B7,5	98,2	M 100
B10	131,0	M 150
B 12,5	163,7	M 150
B15	196,5	M 200
B20	261,9	M 250
B22,5	294,5	M 300
B25	327,4	M 350
B27,5	359,9	M 350
B30	392,9	M 400
B35	458,4	M 450
B40	523,9	M 550
B45	589,4	M 600
B50	654,8	M 700
B55	720,3	M 700
B60	785,8	M 800
B65	851,5	M 900
B70	917,0	M 900
B75	932,5	M 1000
B80	1048,0	M 1000

*Примечание: \* средняя прочность бетона рассчитывается при коэффициенте вариации  $v$ , равном 13,5 %, и обеспеченности 0,95 для всех видов бетонов, а для массивных гидротехнических конструкций при коэффициенте вариации  $v$ , равном 17 % и обеспеченности 0,9.*

**Основные нормы проектирования складов сырья  
и смесительных отделений (ОНТП 07-85)**

Таблица П. 3.1

**Нормы проектирования складов заполнителей**

Наименование показателей	Единица измерения	Норма
1. Запас заполнителей на заводских складах при поступлении: железнодорожным транспортом автомобильном транспортом	сут.	7-10 5-7
2. Запас декоративного заполнителя	сут.	30
3. Максимальная высота штабелей при свободном падении заполнителей	м	12 - 15
4. Максимальный угол наклона к горизонту ленточных конвейеров с гладкой лентой для подачи: щебня и песка гравия и керамзитового гравия	град.	18 13 - 15
5. Наименьший угол наклона течек и стенок бункеров к горизонту без применения побудителей для: щебня, гравия и керамзитового гравия песка золошлаковой смеси, песка и щебня из шлаков	град.	50 55 60
6. Угол естественного откоса заполнителей в штабеле	град.	40
7. Наименьшее количество отсеков для хранения заполнителей различных видов и фракций для: песка крупного заполнителя золошлаковой смеси, песка и щебня из шлаков	шт.	2 4 1
8. Наименьшая допустимая температура заполнителей на выходе из склада	°С	+5
9. Уровень механизации технологических, транспортных и других операций	%	не менее 90
10. Уровень автоматизации технологических, транспортных и других операций	%	не менее 60

## Нормы проектирования складов цемента

Наименование показателей	Единица измерения	Норма
1. Запас цемента (или золы уноса) на складе при поступлении: железнодорожным транспортом автотранспортом	сут.	7-10 5-7
2. Запас декоративного цемента	сут.	30
3. Минимальное количество емкостей для хранения цемента на предприятиях мощностью: до 100 тыс.м <sup>3</sup> /год свыше 100 тыс.м <sup>3</sup> /год	шт.	4 6
4. Коэффициент заполнения емкостей		0,9
5. Углы наклона: течек и днищ конических без побуждения днищ конических, рассечек и откосов плоских днищ и силосов, покрытых аэрирующими элементами аэрационных дорожек к донным или боковым разгрузочным люкам, покрытых аэрирующими элементами аэрожелобов	град.	60 50 15 5
6. Расчетная насыпная плотность цемента: минимальная насыпная плотность в разрыхленном состоянии (для расчета емкости склада) максимальная насыпная плотность слежавшегося цемента (для расчета емкости на прочность)	т/м <sup>3</sup>	1,0 1,75
7. Уровень механизации технологических, транспортных и других операций	%	не менее 90
8. Уровень автоматизации технологических, транспортных и других операций	%	не менее 70

**Нормы проектирования бетоносмесительных  
и растворосмесительных цехов (отделений, установок)**

Наименование показателей	Единица измерения	Норма
1. Расчетное количество замесов в час для приготовления тяжелых бетонных и растворных смесей на плотных заполнителях с автоматизированным дозированием составляющих:	замес	35
бетонные смеси, изготавливаемые в смесителях принудительного действия (жесткие и подвижные)		
бетонные смеси, изготавливаемые в смесителях гравитационного действия:		25
при объеме готового замеса бетонной смеси 500 л и менее:		
подвижностью 1 - 4 см		
подвижностью 5 - 9 см		
подвижностью 10 см и более		
при объеме готового замеса бетонной смеси более 500 л:		
подвижностью 1 - 4 см		
подвижностью 5 - 9 см		
подвижностью 10 см и более		
растворные смеси		
2. Расчетное количество замесов в час для приготовления легких бетонных смесей в бетоносмесителях принудительного действия с автоматизированным дозированием составляющих при плотности бетона:		замес
более 1700 кг/м <sup>3</sup>		
от 1400 до 1700 кг/м <sup>3</sup>		
от 1000 до 1400 кг/м <sup>3</sup>		
1000 кг/м <sup>3</sup> и менее	13	
3. Наименьший угол наклона к горизонту течек	град.	60
4. Количество отсеков для заполнителей и цемента в одной секции бетоносмесительного цеха (отделения) для:	шт.	
смесителей с объемом готового замеса 500 л и менее:		
щебень, гравий		
песок, золошлаковая смесь, шлаковый песок		
цемент и зола-унос		
смесителей с объемом готового замеса более 500 л:		
щебень, гравий		
песок, золошлаковая смесь, шлаковый песок		
цемент, зола-унос		
декоративных заполнителей и цветных цементов:		
заполнители		
цемент		
5. Запас материалов в расходных емкостях (бункерах и др.)	ч	1-2
заполнители (гравий, щебень, песок, золошлаковая смесь)		
цемент, зола-унос		
раствор приготовленных добавок		4-5

## Окончание таблицы П. 3.3

Наименование показателей	Единица измерения	Норма
6. Угол наклона ленточных конвейеров для подачи бетонных смесей (с гладкой лентой): подвижных жестких	град.	до 10 до 15
7. Максимально-допустимая высота свободного падения бетонных смесей при их выдаче в транспортные емкости: на плотных заполнителях на пористых заполнителях	м	до 2 до 1,5
8. Наибольшая допустимая температура при загрузке в бетоно-смесители цемента и воды	°С	+60
9. Наибольшие допустимые температуры заполнителей при загрузке в бетоносмесители: плотных пористых	°С	+40 +70
10. Наибольшие допустимые температуры бетонной смеси при выходе из смесителя: при обычном методе приготовления при разогретых смесях	°С	+35 +60
11. Наименьшая допустимая температура бетонной смеси при выходе из смесителя в зимнее время: для изделий, формуемых в закрытых цехах то же, на полигонах	°С	+10 +30
12. Уровень механизации технологических, транспортных и других операций	%	не менее 90
13. Уровень автоматизации технологических, транспортных и других операций	%	не менее 70

**Нормы расхода цемента, заполнителей и других материалов  
(ОНТП 07-85)**

Таблица П. 4.1

Укрупненный расход цемента для расчета емкостей складов и бункеров

Вид бетона	Способ организации производства	Проектные		Марка цемента	Расход цемента, кг/м <sup>3</sup>
		класс бетона	марка бетона		
Тяжелый	Агрегатно-поточный и конвейерный	В 7,5	100	300	230
		В 12,5	150	300	270
		В 15	200	400	280
		В 25	300	400	370
		В 30	400	500	400
		В 40	500	600	450
		В 45	600	600	550
	Стеновый	В 15	200	400	320
		В 25	300	500	370
		В 30	400	500	450
		В 40	500	600	500
	Кассетный	В 12,5	150	400	320
		В 15	200	400	390
В 25		300	500	440	
Легкий	Агрегатно-поточный и конвейерный	В 2,5	50	400	220
		В 5	75	400	240
		В 7,5	100	400	260
		В 12,5	150	400	290
		В 15	200	400	340
		В 25	300	500	380
		В 30	400	600	450
Мелкозернистый	Агрегатно-поточная и конвейерная	В 7,5	100	400	340
		В 12,5	150	400	380
		В 15	200	400	420
		В 25	300	500	460

Расход цемента для тяжелого бетона  
на портландцементе и его разновидностях

Класс (марка) бетона	Удобоукладываемость бетонной смеси		Расход цемента, кг/м <sup>3</sup> , марки			
	осадка конуса, см	жесткость, с	400	500	550	600
B10 (M 150)	5 - 9	-	225	-	-	-
	1 - 4	-	210	-	-	-
	-	5 - 10	200	-	-	-
B15 (M 200)	5 - 9	-	265	235	-	-
	1 - 4	-	245	210	-	-
	-	5 - 10	235	200	-	-
B20 (M 250)	5 - 9	-	310	275	-	-
	1 - 4	-	285	250	-	-
	-	5 - 10	270	235	-	-
B22,5 (M 300)	5 - 9	-	355	315	-	-
	1 - 4	-	325	290	-	-
	-	5 - 10	305	270	-	-
B25 (M 350)	5 - 9	-	400	360	-	-
	1 - 4	-	365	325	-	-
	-	5 - 10	345	310	-	-
B30 (M 400)	5 - 9	-	-	405	390	365
	1 - 4	-	-	365	350	330
	-	5 - 10	-	340	330	310
B35 (M 450)	5 - 9	-	-	440	420	405
	1 - 4	-	-	400	385	365
	-	5 - 10	-	375	360	340
B40 (M 500)	5 - 9	-	-	495	470	445
	1 - 4	-	-	450	425	400
	-	5 - 10	-	420	400	375
B45 (M 600)	5 - 9	-	-	-	600	555
	1 - 4	-	-	-	540	495
	-	5 - 10	-	-	500	455

Таблица П. 4.3

## Расход цемента для легкого конструкционного бетона

Класс (марка) бетона	Удобоукладываемость бетонной смеси		Расход цемента, кг/м <sup>3</sup> , марки			
	осадка конуса, см	жесткость, с	400	500	550	600
B10 (M 150)	5 - 9	-	300	265	-	-
	1 - 4	-	275	245	-	-
	-	5 - 10	260	230	-	-
B15 (M 200)	5 - 9	-	370	325	-	-
	1 - 4	-	340	300	-	-
	-	5 - 10	320	285	-	-
B20 (M 250)	5 - 9	-	425	380	355	-
	1 - 4	-	400	350	330	-
	-	5 - 10	370	330	310	-
B22,5 (M 300)	5 - 9	-	500	420	390	375
	1 - 4	-	465	385	360	340
	-	5 - 10	430	365	340	325
B25 (M 350)	5 - 9	-	-	440	420	400
	1 - 4	-	-	410	390	370
	-	5 - 10	-	385	365	340
B30 (M 400)	5 - 9	-	-	490	455	365
	1 - 4	-	-	455	420	330
	-	5 - 10	-	430	400	310
B35 (M 450)	5 - 9	-	-	580	530	405
	1 - 4	-	-	550	500	365
	-	5 - 10	-	510	460	340
B40 (M 500)	1 - 4	-	-	-	600	560
	-	5 - 10	-	-	550	510

Таблица П. 4.4

## Расход цемента для мелкозернистого (песчаного) бетона

Класс (марка) бетона	Удобоукладываемость бетонной смеси		Расход цемента, кг/м <sup>3</sup> , марки		
	осадка конуса, см	жесткость, с	300	400	500
В7,5 (М 100)	5 - 9	-	345	305	265
	1 - 4	-	330	290	250
	-	5 - 10	280	250	220
В10 (М 150)	5 - 9	-	-	365	320
	1 - 4	-	-	350	305
	-	5 - 10	-	305	270
В15 (М 200)	5 - 9	-	-	430	370
	1 - 4	-	-	410	350
	-	5 - 10	-	360	310
В20 (М 250)	5 - 9	-	-	490	420
	1 - 4	-	-	470	395
	-	5 - 10	-	415	350
В22,5 (М 300)	5 - 9	-	-	555	470
	1 - 4	-	-	530	445
	-	5 - 10	-	470	390
В25 (М 350)	5 - 9	-	-	-	520
	1 - 4	-	-	590	485
	-	5 - 10	-	525	435
В30 (М 400)	5 - 9	-	-	-	595
	1 - 4	-	-	-	540
	-	5 - 10	-	-	475

Таблица П. 4.5

Ориентировочный расход воды на 1 м<sup>3</sup> тяжелой бетонной смеси

Марка по удобоукладываемости	Жесткость, с	Подвижность, см	Расход воды, л/м <sup>3</sup> , при крупности заполнителя, мм							
			гравия				щебня			
			10	20	40	70	10	20	40	70
Ж4	31 и более	-	150	135	125	120	160	150	135	130
Ж3	21 - 30	-	160	145	130	125	170	160	145	140
Ж2	11 - 20	-	165	150	135	130	175	165	150	155
Ж1	5 - 10	-	175	160	145	140	185	175	160	155
П1	1 - 4	4	190	175	160	155	200	190	175	170
П2	-	5 - 9	200	185	170	165	210	200	185	180
П3	-	10 - 15	215	205	190	180	225	205	200	190
П4	-	16 и более	225	220	205	195	235	230	215	205

Таблица П. 4.6

Расходы заполнителей бетона для технико-экономических расчетов  
и расчета складов и бункеров (ОНТП 07-85)

Вид бетона и раствора	Расход заполнителей, м <sup>3</sup> /м <sup>3</sup>	
	песок	щебень или гравий
Бетоны тяжелые:		
для всех технологий, кроме кассетной	0,45	0,90
для кассетной технологии	0,60	0,75
Бетоны легкие:		
теплоизоляционные:		
крупнопористый	-	1,05
мелкозернистый	1,20	-
конструкционно-теплоизоляционные:		
на песках пористых	0,30	1,10
на песках плотных	0,20	1,10
на золе и золошлаковых смесях	0,15	1,10
без песка (поризованные)	-	1,20
конструкционные	0,55	0,80
Растворы	1,10	-

Таблица П. 4.7

Значения насыпной плотности заполнителей  
для расчетов складов и расходных бункеров (ОНТП 07-85)

Наименование заполнителей	Насыпная плотность, кг/м <sup>3</sup>
Щебень гранитный	1500
Щебень известняковый	1300
Гравий	1600
Песок кварцевый при влажности 5%	1500
Песок перлитовый вспученный	300
Щебень перлитовый	500
Гравий керамзитовый для бетонов:	
конструкционно-теплоизоляционных	600
конструкционных	800
Гравий шунгизитовый	600
Щебень туфовый	700
Песок керамзитовый и шунгизитовый	800
Щебень из шлаковой пемзы,	1000
Щебень и песок аглопоритовый	
Песок из шлаковой пемзы	1200
Зола ТЭС:	
отвальная при влажности 20 %	1000
сухая	800

## Расходы основных материалов для приготовления ячеистых бетонов

Вид бетона	Средняя плотность, кг/м <sup>3</sup>	Расход материалов, кг/м <sup>3</sup>						
		Цемент	Известь-кипелка	Песок молотый	Зола-унос	Песок немолотый	Доменный шлак	Гипс
Автоклавный газобетон на цементе	350	140	-	180	-	-	-	2
	500	220-300	-	235	-	-	-	3
	600	260	-	285	-	-	-	4
	700	300	-	335	-	-	-	5
	800	350	-	375	-	-	-	6
Автоклавный газобетон на смешанном вяжущем	350	35	35	250	-	-	-	3
	500	90	90	275	-	-	-	4
	600	110	110	325	-	-	-	5
	700	130	130	385	-	-	-	6
	800	140	140	445	-	-	-	7
Автоклавный газозолобетон на смешанном вяжущем	350	890	50	-	190	-	-	3
	500	110	70	-	275	-	-	4
	600	130	80	-	325	-	-	5
	700	150	100	-	385	-	-	6
	800	170	120	-	435	-	-	7
Автоклавный газшлакобетон	350	-	25	145	-	-	150	1
	500	-	35	240	-	-	180	1
	600	-	45	255	-	-	244	2
	700	-	50	300	-	-	285	2
	800	-	60	325	-	-	340	2
Неавтоклавный газобетон или пенобетон	400	290	-	-	-	95	-	-
	500	340	-	-	-	145	-	-
	600	275	-	-	-	275	-	-
	700	340	-	-	-	340	-	-
	800	380	-	-	-	390	-	-
	900	400	-	-	-	420	-	-

**Склады и отделения приготовления добавок**

Таблица П. 5.1

Нормы проектирования складов и отделений приготовления химических добавок (ОНТП 07-85)

Наименование показателей	Единица измерения	Норма
1. Виды добавок, одновременно хранимых на складе	шт.	3 - 4
2. Минимальное количество емкостей для хранения жидкой добавки	шт.	2
3. Объем емкости для хранения жидкой добавки	м <sup>3</sup>	60
4. Запас химических добавок	сут.	30 (но не более гарантийного срока хранения добавки)
5. Наибольшая допустимая температура хранения жидких добавок	°С	+35
6. Наименьшая допустимая температура хранения жидких добавок	°С	+5

Таблица П. 5.2

Классификация и основной эффект действия добавок, применяемых для модифицирования свойств бетонных и растворных смесей, бетонов и растворов (ГОСТ 24211-2003)

Виды добавок	Показатели основного эффекта действия добавок	Критерий эффективности
<b>1. Добавки, регулирующие свойства готовых к употреблению бетонных и растворных смесей</b>		
<b>1.1 Пластифицирующие-водоредуцирующие</b>		
1.1.1. Суперпластифицирующие	Увеличение подвижности бетонной смеси от П1 (ОК = 2 - 4 см) или растворной смеси от П <sub>к</sub> 1 (П <sub>к</sub> = 2 - 4 см) при снижении прочности бетона (раствора) во все сроки твердения не более чем на 5 %	На 4 марки для бетонных и на 3 марки для растворных смесей
1.1.2. Сильнопластифицирующие		На 3 марки для бетонных и на 2 марки для растворных смесей
1.1.3. Пластифицирующие		На 2 марки для бетонных и на 1 для растворных смесей

Виды добавок	Показатели основного эффекта действия добавок	Критерий эффективности
<b>1.2. Стабилизирующие</b>	Снижение раствороотделения и водоотделения тяжелой бетонной смеси с маркой по удобоукладываемости П5, растворной смеси - П <sub>к</sub> 4, легкобетонной смеси - ПЗ	В 2 раза и более
<b>1.3. Регулирующие сохраняемость подвижности</b>	Увеличение или снижение времени сохраняемости первоначальной подвижности смеси	В 1,5 раза и более
<b>1.4. Поризующие</b>		
1.4.1. Воздухововлекающие и газообразующие	Обеспечение увеличения объема воздуха (газа) в тяжелых, мелкозернистых, легких конструкционных бетонных и растворных смесях	На 1,5-5 %
1.4.2. Воздухововлекающие, газо- и пенообразующие	Обеспечение в легких конструкционно-теплоизоляционных и теплоизоляционных смесях содержания объема воздуха (газа)	От 6 % до 30 %
1.4.3. Воздухововлекающие, газо- и пенообразующие	Обеспечение в ячеистых смесях содержания объема воздуха	От 15 % до 90 %
<b>2. Добавки, изменяющие свойства бетонов и растворов</b>		
<b>2.1. Регулирующие кинетику твердения</b>		
2.1.1. Ускорители	Увеличение прочности в возрасте 1 сут.: нормального твердения после тепловой обработки при снижении прочности бетона (раствора) в возрасте 28 сут. не более чем на 5 %	На 50 % и более На 30 % и более
2.1.2. Замедлители	Снижение прочности в возрасте 3 сут при снижении прочности бетона (раствора) в возрасте 28 сут не более чем на 5 %	На 30 % и более
<b>2.2. Повышающие прочность</b>	Увеличение прочности в проектном возрасте	На 20 % и более
<b>2.3. Снижающие проницаемость</b>	Увеличение марки по водонепроницаемости	На 2 марки и более
<b>2.4. Повышающие защитные свойства по отношению к стальной арматуре</b>	Повышение пассивирующего действия бетона по отношению к стальной арматуре	Обеспечение значения плотности тока пассивации стали не менее 10 мА/см <sup>2</sup> и потенциала пассивации стали не менее минус 450 мV

Виды добавок	Показатели основного эффекта действия добавок	Критерий эффективности
<b>2.5. Повышающие морозостойкость</b>	Повышение стойкости в условиях многократного переменного замораживания и оттаивания	Повышение марки по морозостойкости на 2 ступени и более
<b>2.6. Повышающие коррозионную стойкость</b>		
2.6.1. Сульфатостойкость	Повышение стойкости в условиях сульфатной коррозии	По ГОСТ 27677
2.6.2. Стойкость против коррозии, вызванной реакцией кремнезема заполнителей с щелочами цемента и добавок	Снижение деформаций расширения	По ГОСТ 8269.0
<b>2.7. Регулирующие процессы усадки и расширения</b>	Снижение деформаций усадки и обеспечение деформаций расширения	Деформации расширения не менее 0,2 %
<b>3. Добавки, придающие бетонам и растворам специальные свойства</b>		
<b>3.1. Противоморозные</b>	Обеспечение твердения при отрицательных температурах	Набор прочности при отрицательной температуре в возрасте 28 сут. не менее 30 % контрольного состава нормального твердения
<b>3.2. Гидрофобизирующие</b>	Снижение водопоглощения	В 2 раза и более
<b>3.3. Биоцидные</b>	Наличие биоцидности (бактерицидности и фунгицидности)	Отсутствие биокоррозии
<b>3.4. Повышающие стойкость к высолообразованию</b>	Предотвращение образования высолов	Отсутствие высолов

Таблица П. 5.3

## Основные виды добавок для бетонов

Модификатор	Условная марка	Нормативный документ
<b>Пластифицирующие-водоредуцирующие</b>		
Разжижитель С-3	С-3	ТУ 6-36-0204229-625-90**
Дофен	ДФ	ТУ 14-6-55-88
10-03	10-03	ТУ 44-3-874-86
Меламинформальдегидная анио- нактивная	МФ-АР	ТУ 6-05-1926-82
Смола МФ-АР	МКФ-АР	ТУ 6-05-1926-82
НКНС-40-03	40-03	ТУ 38-4-0258-90
Разжижитель СМФ	СМФ	ТУ 6-14-929-85
Лигносulfонаты технические	ЛСТ	ТУ 13-0281036-05-89
Лигносulfонаты технические модифицированные	ЛТМ	ТУ 480-2-4-86
Лигносulfонаты технические модифицированные	ЛСТМ-2	ТУ 13-0281036-16-90

Модификатор	Условная марка	Нормативный документ
Пластификатор МТС-1	МТС-1	ТУ 67-542-83
Меласная упаренная последрожжевая барда	УПБ	ОСТ 18-126-83
Водорастворимый препарат	ВРП-1	ТУ 64-11-02-87
Водорастворимый препарат ВРП-Э <sub>58</sub>	ВРП-Э <sub>58</sub>	ТУ 64-11-02-87
Пластификатор «Монолит-1»	М-1	ТУ 69 БССР 350-82
Полисопряженный полимерный фенол	ПФ	ТУ УзССР33ПБ-02-80
Плав дикарбоновых кислот	ПДК	ТУ-6-03-20-70-82
Щелочной сток производства каплолактама	ЩСПК, ЩСПКм	ТУ 113-03-488-84
Нейтрализованный черный контакт	НЧК	ТУ 38-602-22-18-90
Рафинированный нейтрализованный черный контакт	КЧНР	ТУ 38-602-22-17-90
Этилсиликонат натрия	ГКЖ-10	ТУ 6-02-696-76
Метилсиликонат натрия	ГКЖ-11	ТУ 6-02-696-76
Понижатель вязкости фенольный лесохимический	ПФЛХ	ТУ 81-05-71-80
Подмыленный щелок	ПМЩ	ТУ 18 РСФСР 780-78
Поверхностно-активная добавка	ЛХД	ТУ 13-4000177-128-84
Пластификатор МС-НОВ-1	МС-НОВ-1	ТУ 66-33-001-86
Фильтрат технический пентаэритрита	ФТП	ТУ 6-05-2051-87
<b>Стабилизирующие</b>		
Полиэтиленоксил, полиоксиэтилен	ПОЭ	ТУ 6-05-231-340-88
Метилцеллюлоза	МЦ	ТУ 6-05-1857-78
Гипан	ГП	ТУ 6-01-166-74
<b>Замедлители схватывания и твердения</b>		
Лигносульфонаты технические	ЛСТ	ТУ 13-0281036-05-89
Нитрил отриметиленфосфоновая кислота	НТФ	
раствор		ТУ 6-02-1171-79
кристаллический порошок		ТУ 6-09-52-83-86
Кормовая сахарная патока (мелас-са)	КП	ТУ 18 РСФСР 409-71
Кремнийорганическая жидкость 113-63 (бывш. ФЭС-66)	ФЭС	ТУ 6-02-995-80
<b>Ускорители схватывания и твердения</b>		
Поташ (калий углекислый, карбонат калия)	П	ГОСТ 10690-73
Хлорид кальция	ХК	ГОСТ 450-77
Нитрат кальция	НК	ГОСТ 4142-77
Нитрит-нитрат кальция	ННК	ТУ 6-18-194-76
Нитрит-нитрат хлорид кальция	ННХК	ТУ 6-18-194-76
Хлорид натрия	ХН	ГОСТ 13830-84
		ТУ 6-13-5-75, ТУ 6-13-14-77

## Продолжение табл. П. 5.3

Модификатор	Условная марка	Нормативный документ
Сульфат натрия (натрий сернокислый)	СН	ГОСТ 6318-77 ТУ 38-10742-84
Сульфит натрия (натрий сернистокислый)	СН	ГОСТ 195-77
Тиосульфат натрия	ТСН	ГОСТ 27068-86
Карбамид (мочевина)	М	ГОСТ 2081-75
Тринатрийфосфат	ТНФ	ГОСТ 201-76, ТУ 6-08-250-72
<b><i>Снижающие проницаемость</i></b>		
Полиаминная смола № 89	С-89	ТУ 6-05-1224-76
Алифатическая эпоксидная смола	ДЭГ-1	ТУ 6-05-1823-77
	ТЭГ-1	ТУ 6-05-1823-77
Сульфат алюминия	СА	ГОСТ 11159-76
Сульфат железа	СЖ	ГОСТ 4148-78, ГОСТ 9485-74
Хлорид железа	ХЖ	ГОСТ 4147-74, ГОСТ 11159-76
<b><i>Газообразующие</i></b>		
Полигидросилоксаны	136-41 (бывш. ГКЖ-94), 136-57М (бывш. ГКЖ94М)	ГОСТ 10834-76
Пудра алюминиевая	ПАК, ПАП-1	ТУ 6-02-694-76 ГОСТ 5494-71
<b><i>Воздухововлекающие</i></b>		
Смола воздухововлекающая пековая	СВН	ТУ 13-0281078-216-89
Клей талловый пековый	КТП	ОСТ 13-145-82
Клей талловый омыленный	ОТП	ОСТ 13-145-82
Смола древесная омыленная	СДО	ТУ 13-05-02-83
Вспомогательный препарат Щелочной сток производства капролактама	ОП ЩСПК, ЩСПК <sub>М</sub>	ГОСТ 8433-81 ТУ 113-03-616-87
Нейтрализованный черный контакт	НЧК	ТУ 38602-22-18-90
Рафинированный нейтрализованный черный контакт	КЧНР	ТУ 38602-22-17-90
Этилсиликонат натрия	ГКЖ-10	ТУ 6-02-696-76
Метилсиликонат натрия	ГКЖ-11	ТУ 6-02-696-76
Понизитель вязкости лесохимический	ПФЛХ	ТУ 81-05-71-80
Подмыленный щелок	ПМЩ	ТУ 18 РСФСР 780-78
Поверхностно-активная добавка	ЛХД	ТУ 13-4000177-128-84
Смола нейтрализованная воздухововлекающая	СНВ, СНВК	ТУ 81-05-75-74
<b><i>Пенообразующие</i></b>		
Сульфонол	С	ТУ 6-01-1001-77
<b><i>Повышающие морозостойкость</i></b>		
Нитрит натрия	НН	ГОСТ 19906-74, ТУ 38-10274-85
Хлорид натрия	ХН	ГОСТ 13830-84, ТУ 6-13-14-77
Поташ	П	ГОСТ 10690-73

Модификатор	Условная марка	Нормативный документ
Хлорид кальция	ХК	ГОСТ 450-77
Нитрит-нитрат кальция	ННК	ТУ 6-18-194-76
Мочевина	М	ГОСТ 2081-75
Нитрит-нитрат хлорид кальция	ННХК	ТУ 6-18-194-76
<b>Повышающие защитные свойства бетона к арматуре</b>		
Нитрит натрия	НН	ГОСТ 199-06-74, ТУ 38-10274-85
Тетраборат натрия	ТБН	ГОСТ 8429-77
Бихромат натрия	БХН	ГОСТ 2651-78
Бихромат калия	БХК	ГОСТ 2652-78
Катапин-ингибитор	КИ-1	ТУ 6-01-4089387-34-90
<b>Гидрофобизирующие</b>		
Фенилэтоксисилоксан	113-63 (бывш. ФЭС-50)	ТУ 6-02-995-80
Алюмометилсиликонат натрия	АМСР-3	ТУ 6-02-700-76
Полигидросилоксаны	136-41 (бывш. ГКЖ-94) 136-157М(бывш. ГКЖ-94М)	ГОСТ 10834-76 ТУ 6-02-694-76
Этилсиликонат натрия	ГКЖ-10	ТУ 6-02-696-76
Метилсиликонат натрия	ГКЖ-11	ТУ 6-02-696-76

Таблица П. 5.4

## Рекомендуемые дозировки добавок

Дози- ровка добавок	Пластифицирующие и воздухововлекающие				Воздухововлекающие и газообразующие			Ускорители твердения и ингибиторы коррозии стали		
	СДБ, УПБ	ПФЛХ, ГКЖ-10, ГКЖ-11, НЧК, КЧНР	ВРП-1	ЩСПК	СНВ, ЦНИИПС, СДО, С, ОП	ГКЖ- 94	ПАК	СН, НН, ХК,	НК, ННХК	НН, ННК
% от массы цемента в расчете на 100 % сухого вещества добавки	0,1 -0,3	0,05 -0,2	0,005 -0,03	0,1 -0,8	0,005 - 0,035	0,03 -0,1	0,01 -0,03	0,5 -2,0	1,5 -3,0	2,0 -3,0

**Технико-экономические показатели складов сырья  
и смесительных отделений**

Таблица П. 6.1

Ориентировочные удельные капитальные вложения в строительство  
автоматизированных заводов товарного бетона и раствора  
(по нормативам капитальных вложений)\*

Удельные капитальные вложения на 1 м <sup>3</sup> смеси, р.	Мощность завода, тыс. м <sup>3</sup> смеси							
	380 (двух-секционный)	300 (двух-секционный)	250 (двух-секционный)	190 (одно-секционный)	190 (двух-секционный)	150 (одно-секционный)	125 (одно-секционный)	95 (одно-секционный)
Всего	5,40	6,00	6,30	7,10	7,20	7,60	9,10	10,4
В том числе: на строитель- но-монтажные работы	3,81	4,14	4,38	4,99	4,81	5,38	6,40	7,01
на оборудование	1,59	1,86	1,92	2,11	2,39	2,22	2,70	3,39

*Примечание: \* стоимость приведена в ценах 1991 года.*

Склады сырья и смесительные отделения заводов железобетонных изделий  
(из типовых проектов)

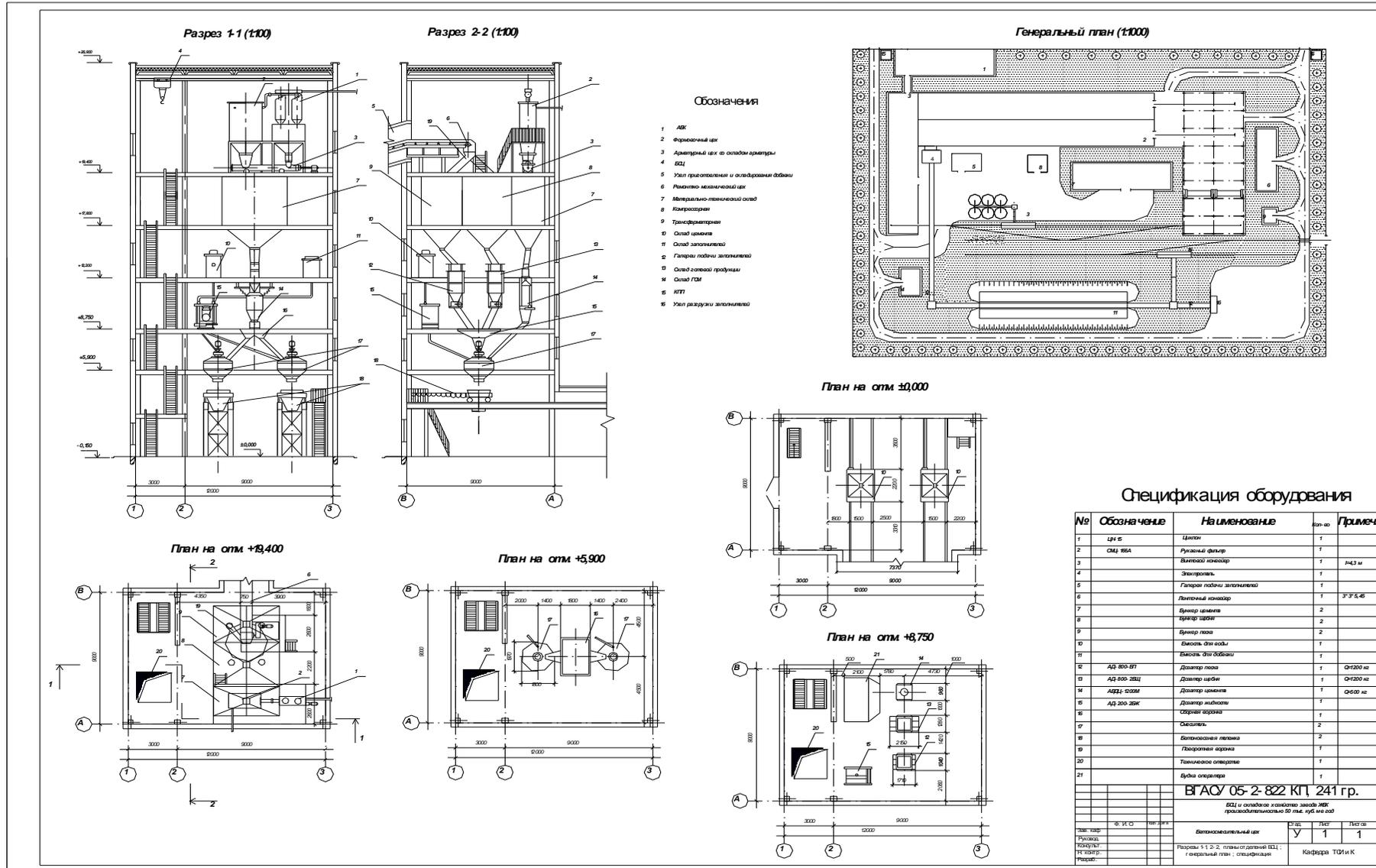
Шифр проекта и краткая характеристика	Наименование показателей											
	Вместимость	Капвложения, тыс. р. (в ценах 1990г.)			Энергоресурсы				Расход воды, м <sup>3</sup> /год	Макси- маль- ный расход сжатого возду- ха, м <sup>3</sup> /ч	Числен- ность рабо- чих в сутки	Пло- щадь застрой- строй- ки, м <sup>2</sup>
		Общие	В том числе		Электроэнергия			Тепло- носи- тель (в пере- счете на пер), т/год				
			на зда- ния и соору- жения	на обо- рудова- ние	установ- ленная мощ- ность, кВт	потреб- ляемая мощ- ность, кВт	годовой расход, тыс. кВт·ч					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
<i>Склады цемента (силосные)</i>												
409-29-61 (прирельсовый)	<u>360 т</u> 240 т	<u>80</u> 70	<u>56</u> 50	<u>24</u> 20	210	125	100	170	1000	2100	<u>5</u> 4	<u>229</u> 211
409-29-63 (прирельсовый)	<u>720 т</u> 480 т	<u>87</u> 75	<u>64</u> 54	<u>23</u> 21	<u>212</u> 208	125	100	200	1000	2370	5	<u>229</u> 211
409-29-65 (прирельсовый)	<u>1700 т</u> 1100 т	<u>200</u> 150	<u>154</u> 110	<u>46</u> 40	<u>411</u> 400	<u>241</u> 232	200	345	<u>5400</u> 3500	3400	6	<u>506</u> 425
409-29-66 (прирельсовый)	<u>4000 т</u> 2500 т	<u>300</u> 250	<u>225</u> 185	<u>75</u> 65	<u>482</u> 404	<u>280</u> 270	240	500	<u>6000</u> 4800	<u>3400</u>	6	<u>506</u> 425
409-29-62 (прирельсовый)	<u>360 т</u> 240 т	<u>85</u> 75	<u>59</u> 53	<u>26</u> 22	<u>150</u> 130	90	70	70	1000	630	3	<u>142</u> 124
409-29-64 (прирельсовый)	<u>720 т</u> 480 т	<u>50,3</u> 39	<u>41</u> 31	<u>9,3</u> 8,0	<u>160</u> 140	90	70	70	1000	980	3	<u>142</u> 124
<i>Склад комовой извести</i>												
409-10-21 (силосный с от- делением приема и дробления)	6120 м <sup>3</sup>	170	121	49	450	390	320	190	1000	50	4	670

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
<i>Склады заполнителей (прирельсовые)</i>												
708-13.84 (закрытый)	3000 м <sup>3</sup>	530	405	125	300	250	200	2000	4600	33	6	1500
409-29-76.85 (силосный на 2500 м <sup>3</sup> и от- крытый на 5000 м <sup>3</sup> )	7500 м <sup>3</sup>	590	380	210	450	390	318	2000	4600	70	8	2700
409-29-35 (закрытый)	3000 м <sup>3</sup>	600	450	150	425	380	300	2000	4600	35	6	3480
409-29-36 (закрытый)	6000 м <sup>3</sup>	900	720	180	444	380	300	2000	4600	70	8	4380
409-29-37 (закрытый с портальным разгрузчиком)	3000 м <sup>3</sup>	630	450	180	231	200	160	2000	4600	35	6	3404
409-29-38 (то же)	6000 м <sup>3</sup>	930	720	210	242	200	160	200	4600	70	8	4464
109-29-39 (то же)	9000 м <sup>3</sup>	1200	900	300	377	300	250	2500	4600	80	8	5476
109-29-40 (силосный)	4000 м <sup>3</sup>	900	600	300	466	380	300	2000	4600	40	6	2430
409-931 (штабельно- полубункер- ный с порталъ- ным разгруз- чиком)	5500 м <sup>3</sup>	850	640	210	232	190	150	2000	4600	70	8	3240
	8000 м <sup>3</sup>	1000	730	290	245	200	160	2500	4600	75	8	4320
	10000 м <sup>3</sup>	1240	930	310	260	210	170	2500	4600	80	8	5400
409-993 (то же)	5500 м <sup>3</sup>	850	640	210	210	180	140	2000	4600	70	8	3750

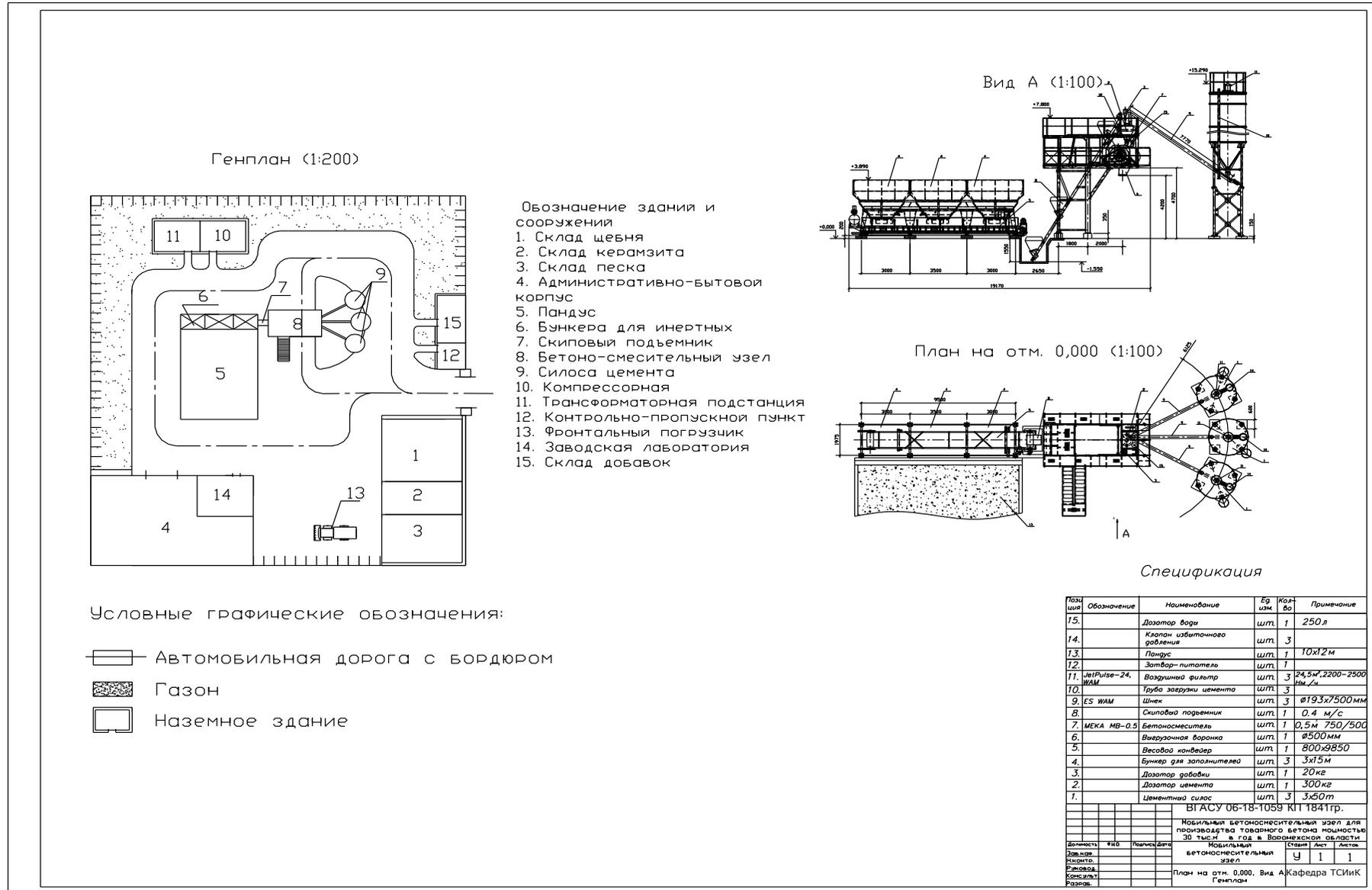
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
<b>Склад эмульсола</b>												
70999-5	100 м <sup>3</sup>	26,5	22,8	3,7	22	18	14,5	1300	-	-	2	200
<b>Бетоносмесительные цеха</b>												
409-28-41.2 (автоматизированный с двумя смесителями емкостью по 750 л)	98000 м <sup>3</sup>	208	138	70	100	67	244	2400	42500	17	6	312
409-28-28 (автоматизированный со смесителями емкостью 1500 л):												
с двумя смесителями	120000 м <sup>3</sup>	242	189	53	240	174	300	3200	47500	45	6	316
с четырьмя смесителями	240000 м <sup>3</sup>	310	223	87	400	276	480	4200	75000	50	10	490

### Оформление графической части проекта

Пример изображения графической части проекта стационарного бетоносмесительного цеха и складского хозяйства завода железобетонных конструкций



# Пример изображения графической части проекта мобильного бетоносмесительного узла



## ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	3
<b>1. Цель и задачи, состав и порядок выполнения курсового проекта.....</b>	<b>4</b>
<b>2. Содержание и оформление разделов пояснительной записки .....</b>	<b>5</b>
2.1. Введение .....	5
2.2. Характеристика выпускаемой продукции и требования к смеси, сырьевым материалам.....	6
2.3. Режим работы и производственная программа .....	7
2.4. Выбор и обоснование технологии производства смесей .....	10
2.5. Назначение составов формовочных смесей .....	14
2.6. Расчеты запасов сырья и характеристика складов .....	15
2.7. Выбор и расчет оборудования .....	17
2.8. Характеристика схемы генерального плана .....	19
2.9. Характеристика компоновочных решений .....	20
2.10. Организация контроля технологического процесса и качества продукции .....	20
2.11. Решения по охране труда и экологической безопасности .....	21
2.12. Техничко-экономические показатели проекта .....	22
2.12.1. Определение стоимости основных фондов смесительного цеха и складского хозяйства .....	22
2.12.2. Определение численности работающих .....	23
2.12.3. Расчет затрат на производство и себестоимости смесей .....	25
<b>3. Оформление графической части проекта .....</b>	<b>29</b>
<b>4. Формы контроля выполнения курсового проекта .....</b>	<b>31</b>
Библиографический список .....	32
ПРИЛОЖЕНИЯ .....	34
Приложение 1. Классификация бетонных смесей по удобоукладываемости .....	35
Приложение 2. Соотношение между классами бетона по прочности на сжатие и марками .....	36
Приложение 3. Основные нормы проектирования складов сырья и смесительных отделений .....	37
Приложение 4. Нормы расхода цемента, заполнителей и других материалов .....	41
Приложение 5. Склады и отделения приготовления добавок .....	47
Приложение 6. Техничко-экономические показатели складов сырья и смесительных отделений .....	53
Приложение 7. Оформление графической части проекта .....	57

**Учебное издание**

**Зуев Борис Михайлович  
Козодаев Сергей Петрович  
Перцев Виктор Тихонович  
Усачев Сергей Михайлович  
Акулова Инна Ивановна**

## **ПРОЕКТИРОВАНИЕ СМЕСИТЕЛЬНЫХ ПРОИЗВОДСТВ**

*Учебно-методическое пособие  
к выполнению комплексного курсового проекта для студентов специальности  
270106 «Производство строительных материалов, изделий и конструкций»  
и бакалавров программы подготовки  
270108 «Технология строительных материалов, изделий и конструкций»  
направления 270100 «Строительство»*

Редактор Черкасова Т.О.

Подписано в печать \_\_\_\_.\_\_\_\_.2011. Формат 60 × 84 1/16.

Уч.- изд. л. 3,75. Усл.- печ. л. 3,8.

Бумага писчая. Тираж 150 экз. Заказ № \_\_\_\_.

---

Отпечатано: отдел оперативной полиграфии  
издательства учебной литературы и учебно-методических пособий

Воронежского государственного  
архитектурно-строительного университета  
394006 Воронеж, ул. 20-летия Октября, 84