

Министерство образования и науки Российской Федерации
Волгоградский государственный технический университет
Институт архитектуры и строительства
Кафедра строительных материалов и специальных технологий

Дипломное проектирование для бакалавров специальности «Производство
строительных материалов, изделий и конструкций»
Учебное пособие

Волгоград 2016

УДК 666.982.2 (076.5)

Дипломное проектирование для бакалавров специальности «Производство строительных материалов, изделий и конструкций» / Сост. П.Э., Соколов Т.К. Акчурин; ВолгГТУ. – Волгоград, 2016. – 163 с.

Регламентированы объем и порядок выполнения дипломного проекта студентами очной и заочной форм обучения по специальности 08.03.01 «Производство строительных материалов, изделий и конструкций». Приведены состав проекта, содержание графической части и пояснительной записки, общие положения, тематика и указания по разработке отдельных разделов.

Табл. 2. Рис. 8. Прил. 24 с.

Редактор

Подписано в печать __. __. __. Формат 60×84/16.

Бумага офсетная. Печать трафаретная. Гарнитура Times New Roman.

Усл. печ. л. ___. Уч.-изд. л. ___. Тираж 100 экз. Заказ №___.

Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет

Редакционно-издательский сектор

Сектор оперативной полиграфии ЦИТ

400074, Волгоград, ул. Академическая, 1

Содержание

	стр.
Общие положения	5
1. Основные термины и определения	6
2. Выбор темы дипломного проектирования	7
3. Исходные данные для дипломного проектирования	7
4. Методика работы над дипломным проектом	8
5. Правила оформления дипломного проекта	9
6. Состав, содержание и объем дипломного проекта	20
7. Разработка отдельных разделов дипломного проекта	22
7.1. Общая часть	22
7.2. Архитектурно-строительная часть	23
7.2.1. Проектирование схемы генерального плана	23
7.2.2. Строительное проектирование	32
7.3. Технологическая часть	41
7.3.1. Формование железобетонных изделий. Выбор методов формования	45
7.3.2. Техничко-экономическое обоснование выбора способа производства	61
7.3.3. Проектирование организации производства	93
7.3.4. Проектирование состава тяжелого бетона	100
7.3.5. Бетоносмесительный цех	115
7.3.6. Арматурный цех	123
7.3.7. Конструктивный анализ базового изделия	127
7.3.8. Склады цемента и заполнителей	128
7.3.9. Склады готовой продукции	133
7.4. Теплотехническая часть	137
7.4.1. Тепловлажностная обработка бетонов	137
7.4.2. Агрегаты и устройства для ускорения твердения бетона	138
7.5. Охрана труда и мероприятия по охране окружающей среды	148

7.6.	Экономическая часть	150
	Список рекомендуемой литературы	151
	Приложения	155

Общие положения

Выпускная квалификационная работа является заключительным этапом обучения студентов и имеет целью:

- 1) систематизировать, закрепить, расширить теоретические знания и практические навыки по специальности, и применение их при решении конкретных технических и научных задач;
- 2) выявить навыки ведения самостоятельной работы, комплексного вариантного проектирования и научного исследования;
- 3) подготовку выпускника к самостоятельной работе согласно целевому назначению.

Выпускная квалификационная работа – итог обучения студента, на основании защиты которой Государственная экзаменационная комиссия решает вопрос о присвоении студенту квалификации бакалавр в области производства строительных материалов, изделий и конструкций.

Выпускную квалификационную работу можно считать реальной, если:

- 1) имеется авторское свидетельство (или положительное решение о его выдаче); диплом (грамота) ВДНХ; удостоверение на рационализаторское предложение, суть которых является базой для решения основной части проекта;
- 2) есть запрос предприятия на полную или частичную передачу материалов проекта для их реализации;
- 3) материалы дипломного проектирования используются в хоздоговорной или госбюджетной научно-исследовательской работе.

Выпускная квалификационная работа может быть выполнена в виде научно-исследовательской работы, если студент принимает непосредственное участие в опытах и исследованиях, проводимых по выбранной тематике в лаборатории кафедры.

При разработке выпускной квалификационной работы с научно-исследовательской частью студент по усмотрению руководителя освобождается от выполнения архитектурно-строительной, теплотехнической или дру-

гой части проекта. При этом желательна разработка и технико-экономическое обоснование технологического процесса или технологической линии с применением результатов исследований.

При разработке комплексной выпускной квалификационной работы возможно создание коллектива студентов, в котором каждый студент выполняет в соответствии с общей задачей свое конкретное задание.

Ответственность за принятие в проекте решения несет автор (студент-дипломник).

1. Основные термины и определения

Технологическая карта – основной документ строительного процесса, регламентирующий его технологические и организационные положения; разрабатывается на отдельные или комплексные процессы.

Циклограмма – графическое изображение циклического процесса (повторяющейся во времени последовательности событий, процессов или явлений).

Технологическая схема – составляется для рационализации производственного процесса и создания оптимальных режимов работы на предприятии, она позволяет наглядно увидеть всю последовательность создания продукции. Технологическая схема входит в нормативную документацию предприятия (технический регламент), в которую также включают методы производства, технические правила и условия процессов, а также их порядок выполнения. При этом для определенной стадии всего процесса может составляться отдельная модель.

Функциональная схема – разъясняет определенные процессы, протекающие на производстве или его функциональных частях. Она используется для изучения принципов работы производства, а также для его отладки и контроля. На схеме изображают функциональные этапы производства и связи между ними, а также технические характеристики отдельных его частей, поясняющие надписи и диаграммы.

Строительный генеральный план – план участка строительства или существующего завода, на котором показывается размещение строящихся или существующих зданий или сооружений, отражается расположение дорог и сетей, складских зданий и площадок, подкрановых путей и т.п.

Модуль поверхности – это отношение размеров поверхности конструкции к ее объему.

2. Выбор темы дипломного проектирования

Выбор темы дипломного проекта студент осуществляет самостоятельно в процессе изучения спецкурса и преддипломной практики в строительных организациях. Выбранную тему студент согласовывает с руководителем дипломного проектирования.

Темой дипломного проекта может быть техническое перевооружение или реконструкция промышленных предприятий по производству строительных материалов, изделий и конструкций.

При использовании типовых проектных материалов дипломник должен разработать предложения по усовершенствованию проектных решений (изменение архитектурно-планировочных решений, замена машин, механизмов, конструкций, материалов, изменение технологии и организации работ).

3. Исходные данные для дипломного проектирования

Исходными данными для дипломного проектирования могут служить: паспорт объекта, комплект чертежей (копий или фотографий), содержащих общие виды и арматурные чертежи железобетонных изделий; его конструктивное решение и основные технико-экономические показатели; технологические карты на основные строительные и технологические процессы; стройгенплан и др.

Исходные материалы для дипломного проектирования включают в себя также нормативные документы, литературные источники, отражающие опыт проектирования аналогичных теме дипломного проекта.

Работа над проектом осуществляется студентом самостоятельно под общим руководством преподавателя – руководителя дипломного проекта, назначаемого заведующим кафедрой.

Для выполнения архитектурно-строительной, теплотехнической и экономической частей проекта назначаются консультанты с соответствующих кафедр.

После выбора темы руководитель дипломного проектирования выдает дипломнику задание на бланке установленной формы, в котором указываются необходимые исходные данные для проектирования и подлежащие разработке вопросы.

Задание на дипломное проектирование подписывается заведующим кафедрой и утверждается директором института.

4. Методика работы над дипломным проектом

После выбора, согласования с руководителем и утверждения темы дипломного проекта студент в процессе преддипломной практики знакомится с производственными и проектными решениями аналогичными разрабатываемыми в проекте; изучает вопросы, имеющие принципиальное значение при разработке выбранной темы; подбирает недостающие исходные данные, материалы для технико-экономического обоснования и сравнения эффективности принимаемых решений.

Руководитель дипломного проекта и консультанты по разделам назначаются кафедрами. Руководитель и консультанты контролируют и направляют работу студента, уточняют объем отдельных частей, консультируют по возникающим в процессе проектирования вопросам. Окончательное решение дипломник принимает самостоятельно, отвечая за принятые обоснования и правильность всех вычислений.

Оценка выполнения отдельных этапов проекта (процентовка) производится комиссией кафедры в сроки, предусмотренные учебной частью.

На процентовку студент приносит все материалы проекта и отчитывается о выполненной работе. При проверке фиксируется степень готовности

дипломного проекта. В случае, если объем выполнения проекта не соответствует необходимому на день процентовки, кафедра может поставить вопрос об отстранении студента от дипломного проектирования в текущем учебном году.

После окончания работы дипломный проект подписывается студентом и консультантами, представляется руководителю, который после просмотра подписывает все чертежи и пояснительную записку. Затем проект направляется на нормоконтроль.

Время необходимое для окончательной проверки дипломного проекта руководителем, рассмотрения заведующим кафедрой должно составлять не менее семи дней.

Далее студент готовит один текстовый файл в текстовом редакторе Word (формат *.doc) и предоставляет его ответственному лицу для проверки в системе антиплагиат.

На защите проекта студент делает краткий 8-10 минутный доклад и отвечает на вопросы членов государственной аттестационной комиссии (ГАК).

5. Правила оформления дипломного проекта

Расчетно-пояснительная записка должна быть написана четко, разборчиво на листах формата А4 (210×297 мм), на которые наносится рамка, отступающая от внешних кромок листа на 5 мм, а слева — на 30 мм для брошюровки.

Название раздела рекомендуется писать прописными буквами без переноса слов на строке. Точка в конце названия не ставится, название не подчеркивается. Название раздела отделяется от последующего текста отступами.

Подразделы должны иметь двойную нумерацию арабскими цифрами в пределах каждого раздела.

Иллюстрации, таблицы должны иметь названия и последовательную нумерацию в пределах каждого раздела.

Формулы необходимо писать с отдельной строки и нумеровать также в пределах каждого раздела.

Чертежи должны выполняться в соответствии с требованиями действующих стандартов: СПДС (Система проектной документации для строительства) и ЕСКД (Единая система конструкторской документации). Основной формат А1 (841×594 мм).

Графическая часть выпускной квалификационной работы должна состоять из 7-10 листов чертежей, выполненных в карандаше (туши) или с использованием графопостроителей (плоттеров). Нормальная плотность заполнения листов 70-90 %. Масштаб изображения графических решений выбирается в соответствии с рекомендациями, приведенными в указаниях по выполнению отдельных частей проекта. Надписи на чертежах выполняются чертежным шрифтом в соответствии с требованиями ГОСТ 2.104-2006. При выполнении графической части дипломного проекта необходимо руководствоваться методическими указаниями по внедрению в строительство стандартов единой системы конструкторской документации (ЕСКД), а также системы проектной документации для строительства (СПДС).

Страницы пояснительной записки должны иметь сквозную нумерацию. Рисунки, графики, схемы, диаграммы размещаются в записке по тексту или в виде вкладышей с соответствующей привязкой к тексту. Текст записки должен быть написан от руки или распечатан на принтере.

Записка должна иметь титульный лист, задание на проектирование, оглавление и текст, разделенный на соответствующие разделы проекта. В конце пояснительной записки приводится список использованной литературы, с указанием порядкового номера, фамилии и инициалов авторов, названия книги, журнала, статей и т.п., места издания, наименования издательства, год издания, количества страниц в данной книге. В тексте записки должны быть сделаны все ссылки на использованную литературу в списке с указанием в квадратных скобках номера. В заключение записки располагают приложения, если таковые имеются.

Текст выполняется на листах формата А4 по ГОСТ 2.301.

Текст выполняют одним из следующих способов:

- машинописным – через полтора интервала. Шрифт пишущей машинки должен быть четким, высотой не менее 2,5 мм, лента только черного цвета (полужирная). Формулы в машинописный текст вносят от руки;
- с применением печатающих и графических устройств вывода ЭВМ (ГОСТ 2.004).

Допускается выполнять текст рукописным способом чертежным шрифтом по ГОСТ 2.304 с высотой букв не менее 2,5 мм, а цифр – 5 мм. Цифры и буквы необходимо выполнять тушью или пастой (чернилами) черного цвета.

На компьютере текст должен быть оформлен в текстовом редакторе Word for Windows версии не ниже 6.0:

- тип шрифта Times New Roman Cyr. Шрифт основного текста - обычный, размер 14 пт, выравнивание текста по ширине, межстрочный интервал – полуторный, межсимвольный – обычный, интервал перед и после – 0 пт;
- шрифт заголовков разделов – полужирный, размер 16 пт, выравнивание текста по левому краю, межстрочный интервал – полуторный, межсимвольный – обычный, интервал перед и после 6-12 пт;
- шрифт заголовков подразделов – полужирный, размер 14 пт, выравнивание текста по левому краю, межстрочный интервал – полуторный, межсимвольный – обычный, интервал перед и после 6-12 пт;
- формулы должны быть оформлены в редакторе формул Equation Editor и вставлены в документ как объект.

Размеры шрифта для формул:

- обычный – 14 пт;
- крупный индекс – 10 пт;
- мелкий индекс – 8 пт;
- крупный символ – 20 пт;
- мелкий символ – 14 пт.

Иллюстрации должны быть вставлены в текст:

- либо командами ВСТАВКА-РИСУНОК, которые позволяют вставить рисунки из коллекции, из других программ и файлов, со сканера, созданные кнопками на панели рисования, автофигуры, объекты Word Art, диаграммы (все иллюстрации, вставляемые как рисунок, должны быть преобразованы в формат графических файлов, поддерживаемых Word);

- либо командами ВСТАВКА-ОБЪЕКТ, при этом необходимо, чтобы объект, в котором создана вставляемая иллюстрация, поддерживался редактором Word стандартной конфигурации.

Расстояние от верхней или нижней строки текста пояснительной записки до верхней или нижней рамки листа должно быть не менее 10 мм. Расстояние от рамки формы до границы текста в начале и в конце строк должно быть не менее 3 мм. Абзацы в тексте начинают отступом, равным 1,25 см.

Страницы следует нумеровать арабскими цифрами, соблюдая сквозную нумерацию по всему тексту. Номер страницы проставляют в правом верхнем углу без точки в конце.

Опечатки, описки и графические неточности, обнаруженные в процессе выполнения, допускается исправлять подчисткой или закрашиванием белой краской и нанесением в том же месте исправленного текста машинописным способом или черными чернилами, помарки и следы неполностью удаленного текста не допускаются. Можно наклеивать рисунки, фотографии.

Требования к содержанию структурных элементов текстовой части ВКР

Титульный лист.

Титульный лист является первым листом ВКР.

Переносы слов в надписях титульного листа не допускаются.

На титульном листе указывают классификационный код.

Задание.

Задание по дипломному проектированию и на дипломную работу должно включать: наименование кафедры, фамилию, имя и отчество студента, дату выдачи задания, теме проекта, исходные данные и краткое содержа-

ние проекта, срок представления к защите, фамилии и инициалы руководителя и консультантов по специальным разделам проекта. Задание подписывается руководителем, заведующим выпускающей кафедрой и утверждается руководителем института.

Задание составляется и утверждается на выпускающей кафедре.

Содержание

В структурный элемент «Содержание» следует вносить номера и наименование разделов, подразделов, а также перечислить все приложения с указанием соответствующих страниц.

Пример оформления содержания приведен в приложении ???.

Общая часть

Требования к содержанию раздела «Общая часть» определяются выпускающей кафедрой.

Основная часть

Текст основной части разделяют на разделы, подразделы, пункты.

Разделы должны иметь порядковые номера в пределах всего текста, обозначенные арабскими цифрами с точкой.

Подразделы должны иметь нумерацию в пределах каждого раздела, номера подразделов состоят из номера раздела и подраздела, разделенной точкой. В конце номера подраздела ставится точка.

Подразделы допускается разбивать на пункты, нумерация которых выполняется аналогично.

Пример: 1.2.3. – обозначает раздел 1, подраздел 2, пункт 3

Внутри пунктов или подпунктов могут быть приведены перечисления. Перед каждой позицией перечисления следует ставить дефис или, при необходимости ссылки в тексте на одно из перечислений, строчную букву, после которой ставится скобка. Для дальнейшей детализации перечислений необходимо использовать арабские цифры, после которых ставится скобка, а запись производится с абзацного отступа.

Пример:

а) _____

б) _____

1) _____

2) _____

в) _____

Наименования разделов и подразделов должны быть краткими. Наименование разделов и подразделов записывают без абзацного отступа с первой прописной буквы, без точки в конце, не подчеркивая. Переносы слов в заголовках не допускаются.

Расстояние между заголовками и текстом должно быть равно 6-12 пт. Расстояние между заголовками разделов и подраздела – 6 пт. Расстояние между последней строкой текста и последующим заголовком подраздела – 12 пт.

Каждый раздел рекомендуется начинать с нового листа.

Изложение текста

В тексте должны применяться научно-технические термины, обозначения и определения, установленные соответствующими стандартами или общепринятые в научно-технической литературе.

Условные буквенные обозначения величин, а также условные графические обозначения должны соответствовать требованиям государственных стандартов.

Если в пояснительной записке принята особая система сокращений слов или наименований, то в ней должен быть приведен перечень принятых сокращений, которые помещают в конце пояснительной записки.

В тексте, за исключением формул, таблиц и рисунков, не допускается:

- применять математический знак минус (-) перед отрицательными значениями величин (следует писать слово «минус»);

- применять знак «Ø» для обозначения диаметра (следует писать слово «диаметр»). При указании размера или предельных отклонений диаметра на

чертежах, помещенных в тексте документа, перед размерным числом следует писать знак «Ø»;

- применять без числовых значений математические знаки, например: > (больше), < (меньше), = (равно), ≥ (больше или равно), ≤ (меньше или равно), ≠ (не равно), а также № (номер), % (процент);

- применять индексы стандартов, технических условий без регистрационного номера.

В пояснительной записке следует применять стандартизированные единицы физических величин, их наименования и обозначения в соответствии с ГОСТ 8.417. Наряду с единицами СИ, при необходимости, в скобках указывают единицы ранее применявшихся систем, разрешенных к применению.

В формулах в качестве символов следует применять обозначения, установленные соответствующими государственными стандартами.

Значения символов и числовых коэффициентов, входящих в формулу, должны быть приведены непосредственно под формулой. Значение каждого символа дают с новой строки в той последовательности, в которой они приведены в формуле. Первая строка расшифровки должна начинаться со слова «где» без двоеточия после него.

Пример: Расход крупного заполнителя $\Pi(\Gamma)$, кг, определяют по формуле:

6 пт – интервал

$$\Pi(\Gamma) = \frac{1000 - BB}{\frac{V_{\Pi} \cdot (\alpha + \Delta\alpha)}{\gamma} + \frac{1}{\rho}}, \quad (3.7)$$

6 пт - интервал

где $\Pi(\Gamma)$ – расход крупного заполнителя, кг/м³;

1000 – объем бетонной смеси, л;

BB – объем вовлеченного воздуха, л/м³;

V_{Π} – пустотность крупного заполнителя;

$\alpha, \Delta\alpha$ – коэффициент раздвижки зерен крупного заполнителя;

γ – насыпная плотность крупного заполнителя, т/м³;

ρ – средняя плотность зерен крупного заполнителя, т/м³.

Формулы нумеруются сквозной нумерацией арабскими цифрами, в пределах записки, которые ставят на уровне формулы, справа в круглых скобках. Одну формулу обозначают – (1).

Допускается нумерация формул в пределах раздела. В этом случае номер формулы состоит из номера раздела и порядкового номера формулы, разделенных точкой.

Пример: В формуле (3.7)

Ссылки в тексте на номер формулы дают в скобках, например, «... в формуле (1)».

После расшифровки формулы, с новой строки в нее подставляют числовые значения входящих параметров и приводят результат вычисления с обязательным указанием единицы физической величины.

Оформление иллюстраций

Иллюстрации (рисунки, чертежи, схемы, диаграммы) выполняют на листах пояснительной записки выпускной работы или на листах чертежной бумаги формата А4 (210×297 мм) ГОСТ 2.301 на печатающих и графических устройствах вывода ЭВМ, либо карандашом или черной тушью.

Допускается выполнять иллюстрации на листах формата А3 (297×420 мм).

Иллюстрации располагают после первой ссылки на них.

Допускается помещать иллюстрации вдоль длинной стороны текста с поворотом документа по часовой стрелке для чтения.

Все иллюстрации нумеруют арабскими цифрами сквозной нумерацией. Если один рисунок в тексте, то следует указать «Рис. 1.».

Допускается нумеровать иллюстрации в пределах раздела. В этом случае номер иллюстрации состоит из номера раздела и порядкового номера иллюстрации, разделенных точкой.

При ссылках на иллюстрации следует писать: «... в соответствии с рис. 2», при сквозной нумерации и «... в соответствии с рис. 3.1» при нумерации в пределах раздела.

Иллюстрации, при необходимости могут иметь наименование и пояснительные данные (подрисуночный текст). Слово «Рис.» и наименование помещают после пояснительных данных и располагают следующим образом:

Рис. 1. Технологическая схема производства железобетонных элементов

Пример:

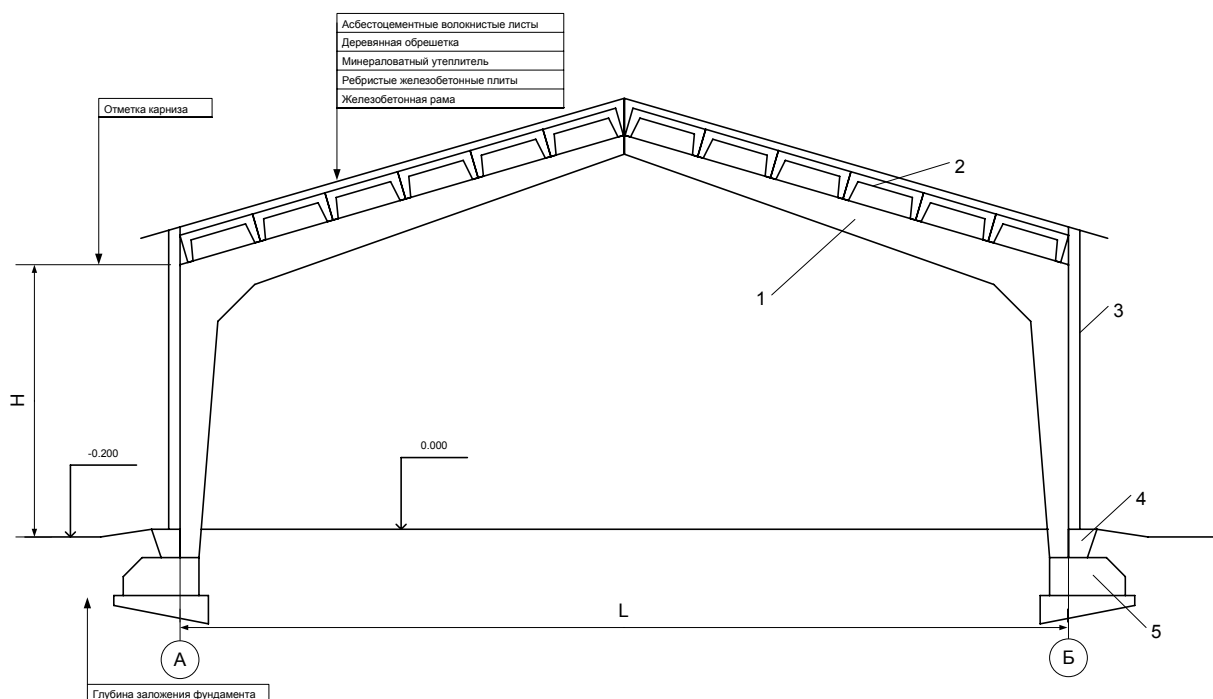


Рис. 3.1. Схема поперечника здания: 1 – полурама; 2 – плиты покрытий; 3 – стеновая панель; 4 – фундаментная балка; 5 – фундамент

Построение таблиц.

Цифровой материал оформляют в виде таблиц согласно ГОСТ 2.105.

Таблицы следует нумеровать арабскими цифрами сквозной нумерацией. Если в тексте одна таблица, она должна быть обозначена «Таблица 1». Допускается нумерация таблицы в пределах раздела. В этом случае номер таблицы состоит из номера раздела и порядкового номера таблицы, разделенных точкой.

Пример: Таблица 1.1

Слово «Таблица» помещают под наименованием таблицы следующим образом:

Режим центрифугирования для конических опор ЛЭП

Таблица 4.4

Режим вращения формы, №	Число оборотов формы, об./мин.	Время центрифугирования, мин.
1	2	3
1	50-80	2

Название таблицы выполняют шрифтом размером 14 пт, выравнивание по центру. Слово «Таблица» выполняют шрифтом размером 12 пт, курсивом, выравнивание по левому краю. Тело таблицы выполняют шрифтом размером 12 пт.

На все таблицы должны быть ссылки в тексте. При ссылке пишут слово «Табл.» с указанием ее номера.

Например: «... в табл. 4.4 приведены ...»

Таблица может иметь заголовки и подзаголовки. Заголовки граф и строк таблицы следует писать с прописной буквы, а подзаголовки – со строчной буквы, если они составляют одно предложение с заголовком.

Графы таблицы допускается нумеровать для облегчения ссылок в тексте, при делении таблицы на части, а также при переносе части таблицы на следующую страницы.

Графу «Номер по порядку» в таблицу включать не допускается. При необходимости нумерации показателей, параметров или других данных порядковые номера следует указывать в первой графе (боковике) таблицы непосредственно перед их наименованием.

Если таблица не размещается на одном листе, допускается делить ее на части. Слово «Таблица» указывают один раз слева над первой частью таблицы, над другими частями пишут слова «Продолжение табл.» с указанием номера таблицы.

Например:

Продолжение табл. 4.4

1	2	3
2	80-200	2
3	200-300	1
4	300-380	1
5	380-450	12-14
Всего:		18-20

Если все показатели, приведенные в графах таблицы, выражены в одной и той же единице физической величины, то ее обозначение необходимо помещать в названии таблицы.

Повторяющийся в графе текст, состоящий из одного слова, допускается заменять кавычками, если строки в таблице не разделены линиями. Если повторяющийся текст состоит из двух и более слов, то при первом повторении его заменяют словами «то же», а далее кавычками.

Графическая часть

Графическая часть ВКР выполняется на листах чертежной бумаги (ватмана) формата А1 (594×841 мм) ГОСТ 2.301, допускается использовать форматы А0 (841×1189 мм), А2 (420×594 мм), А3 (297×420 мм), А4 (210×297 мм).

Основные надписи на чертежах

Основную надпись указывают на каждом листе графических документов дипломного проекта.

Основная надпись выполняется по ГОСТ 2.104, для строительных чертежей – по ГОСТ 21.101.

В графах основной надписи указывают (пример см. приложение ???):

- а) в графе 1 – шифр выпускной квалификационной работы;
- б) в графе 2 – тема выпускной квалификационной работы;
- в) в графе 3 – раздел выпускной квалификационной работы;
- г) в графе 4 – перечисление содержащегося на листе графического материала;

- д) в графе 5 – раздел выпускной квалификационной работы;
- е) в графе 6 – стадию проектирования (для ВКР – У);
- ж) в графе 7 – порядковый номер листа (на документах, состоящих из одного листа, графу не заполняют);
- и) в графе 8 – общее количество листов документа;
- к) в графе 9 – наименование института (факультета) и шифр группы;
- л) в графе 10 – характер работы, выполняемой лицом, подписывающим документ;
- м) в графе 11 – фамилии лиц, подписавших документ;
- н) в графе 12 – подписи лиц, фамилии которых указаны в графе 11;
- п) в графе 13 – дату подписания документа;

В дипломных проектах графы 14 – 18 не заполняются.

Дипломный проект должен содержать графический материал, размещенный на 7 – 10 листа формата А1 и расчетно-пояснительную записку (100 – 120 страниц) на листах формата А4.

6. Состав, содержание и объем выпускной квалификационной работы

В выпускной квалификационной работе комплексно решаются все вопросы, обеспечивающие эффективное использование общественного труда, материальных и денежных ресурсов. Принятые в нем решения должны соответствовать высокому уровню современного индустриального строительства, наиболее прогрессивным технологическим решениям, предусматривать использование эффективных способов производства.

В выпускной квалификационной работе подробно разрабатываются разделы выбора и обоснования способа изготовления базового изделия, организации труда и работы технологического оборудования.

Выпускная квалификационная работа состоит из расчетно-пояснительной записки объемом 80 ... 100 страниц с необходимыми расчетами по каждому разделу, графиками, таблицами и графической части из 7 ... 10 листов чертежей стандартного формата А1 (594×841 мм), соответствующей требованиям ЕСКД.

Графическая часть проекта должна быть представлена следующими чертежами:

- 1) схема генерального плана предприятия со схемой грузопотоков — 1 лист;
- 2) схема сравнительных вариантов или объемная схема производства базового изделия — 1 лист;
- 3) конструктивный анализ базового изделия — 1 лист;
- 4) совмещенные строительно-технологические чертежи производственного корпуса. План, разрезы — 1...2 листа;
- 5) технологическая карта основного технологического процесса с циклограммой работы ведущих агрегатов и схемой пооперационного контроля — 2...3 листа.

Перечень чертежей указывается в задании на дипломное проектирование.

Содержание расчетно-пояснительной записки выпускной квалификационной работы

Наименование раздела	Число страниц
Титульный лист	1
Задание на дипломное проектирование	4
Содержание	2...3
Общая часть: введение, технико-экономическое обоснование района строительства, состав предприятия, номенклатура выпускаемой продукции, сырьевая база	6...8
Технологическая часть, включая результаты научных исследований: обоснование способа производства, разработка технологической схемы производства, выбор технологического оборудования; основные технологические расчеты, технический контроль на заводах ЖБИ	40...50
Архитектурно-строительная часть	3...5

Теплотехническая часть	5...7
Охрана труда и мероприятия по технике безопасности	6...8
Экономическая часть	10...15
Список литературы	произвольно

Приведенное в таблице содержание расчетно-пояснительной записки может изменяться по согласованию с руководителем, если в проекте разрабатывается специальная часть.

Специальная часть может включать детальную и углубленную разработку отдельных технологических процессов организации производства, системы пооперационного контроля качества изделий, схем погрузки крупногабаритных изделий на железнодорожный подвижной состав и расчет крепежных устройств.

7. Разработка отдельных разделов дипломного проекта

7.1. Общая часть

Общая часть должна содержать краткие сведения о состоянии проектируемого производства и перспективах его развития в соответствии с имеющимися решениями местных властей и правительства. Затем указывается, какие в проекте сделаны рекомендации по перспективным видам технологии и повышению рентабельности производства.

В общей части следует рассмотреть возможные технологические приемы изготовления изделий и указать наиболее экономичные. Особое внимание должно быть обращено на осуществление и совершенствование комплексной механизации и автоматизации технологических процессов.

Далее приводится подробная характеристика изделий или полуфабрикатов, принятых к производству, и требования, предъявляемые к изделиям и полуфабрикатам ГОСТами, техническими условиями или другими нормативными документами, а также области и способы их применения в строительстве.

Дается сравнительная характеристика различных видов изделий данного назначения, которая должна содержать технико-экономический анализ

производства и применения материалов и изделий данного вида по расходу материалов, технологичности изготовления и соответствия требованиям индустриального строительства.

В этом разделе устанавливается целесообразность строительства проектируемого предприятия на основании оценки перспектив развития района строительства.

Производится оценка существующих мощностей предприятия сборного железобетона, устанавливается дефицит продукции и, соответственно, обосновывается производительность проектируемого завода, указывается обеспеченность его сырьевой и материальной базой, энергетическими ресурсами, источниками водоснабжения, транспортными средствами и наличием необходимых кадров.

При проектировании расширения предприятия необходимо проверить возможности существующего энергохозяйства, транспорта, вспомогательного хозяйства.

7.2. Архитектурно-строительная часть

7.2.1. Проектирование схемы генерального плана

Схема генерального плана промышленного предприятия – это проект расположения всех зданий, сооружений, инженерных сетей, автомобильных дорог и железнодорожных путей, обеспечивающих эффективную деятельность намеченного к строительству предприятия.

При проектировании схем генеральных планов следует придерживаться Свода правил СП 18.13330.2011 «Генеральные планы промышленных предприятий. Актуализированная редакция СНиП II-89-80*».

Проект каждого нового предприятия является частью развития данного экономического района города, в составе которого предполагается его строительство. Проектирование схемы генерального плана ведется в строгой увязке с проектом районной планировки, разрабатываемой градостроительным проектным институтом, предусматривающей экономическое развитие района.

В настоящее время предприятия, расположенные в общей промышленной зоне, рассматриваются и проектируются как единый промышленный узел с обобщенными дорогами, инженерными сетями, энергетическими устройствами а, при возможности кооперируются и основные производства. Это дает возможность рационально планировать и использовать государственные средства, направляемые на капитальные вложения.

Схема генерального плана предприятия, входящего в промышленный узел, разрабатывается как развитие проекта генерального плана единого промышленного узла.

В основу проектирования генерального плана закладываются:

принцип прямооточности технологического процесса;

компактность планировочных решений, обеспечивающая использование минимальной территории под застройку, минимальная протяженность инженерных и транспортных коммуникаций (плотность застройки генпланов заводов железобетонных изделий – 50 %);

обеспечение безопасности условий труда и перемещение работающих по территории.

Эти требования наиболее полно удовлетворяются при блокировке цехов, применяемой во всех случаях при отсутствии препятствий со стороны технологических, санитарных и противопожарных требований.

Компоновке схемы генерального плана предшествует зонирование его территории. Зонирование – объединение цехов одного назначения в отдельные комплексы.

Территория предприятия, как правило, состоит из следующих зон: производственной (включая все производственные здания основного и подсобного назначения); складской; зоны энергетических сооружений; предзаводской площадки.

При проектировании генерального плана следует учитывать действие господствующих ветров.

Расположение зданий и сооружений относительно сторон света и преобладающего направления ветров должно обеспечивать наиболее благоприятные условия для естественного освещения, проветривания помещений, борьбы с излишней инсоляцией и снежными заносами.

Для уменьшения инсоляции продольные оси зданий и двусторонних фонарей следует ориентировать по частям горизонта в пределах от 45° до 110° при обычном остеклении и от 25° до 130° при заполнении стеклоблоками.

Продольные оси аэрационных фонарей и стены зданий с проемами, используемыми для аэрации помещений, следует ориентировать в плане нормально или под углом не более 45° к преобладающему направлению ветров в летний период года.

В районах со снежным покровом более 50 см при размещении зданий и сооружений следует предусматривать возможность сквозного проветривания территории предприятия, для чего проезды, продольные оси зданий, сооружений и фонари, кроме аэрационных, следует располагать параллельно или под углом не более 45° к преобладающему направлению ветров в зимний период года.

При проектировании схемы генерального плана необходимо определить кратчайшие пути перемещения грузов, при этом следует предотвратить обратные и встречные движения и пересечения на одном уровне грузовых и людских потоков. Для решения этого вопроса разрабатывают схемы грузовых и людских потоков, представляющих собой графическое изображение перемещения грузов и движения людей с обозначенными направлениями потоков и их мощности (по принципу диаграммы). Каждый участок потока изображается в виде стрелы, ширина которой соответствует количеству перемещаемых грузов или проходящих рабочих в единицу времени.

Совмещение на одном чертеже изображения грузовых и людских потоков дает возможность видеть, насколько они рационально организованы.

Наиболее рациональной планировкой является, так называемая «панельная» застройка, которая предполагает размещение объектов между дву-

мя проездами обычно параллельными длинной стороне площадки предприятия. При этой застройке территория предприятия состоит как бы из нескольких «панелей», образуемых магистральными и вспомогательными проездами.

При проектировании магистральных проездов предусматривают движение средств заводского транспорта, пропуск пешеходов, возможность укладки подземных коммуникаций и необходимое благоустройство.

Ширину проездов (расстояние между линиями застройки) принимают минимальной, исходя из наиболее компактного размещения дорог, тротуаров, инженерных сетей, полос озеленения. При этом необходимо соблюдать противопожарные и санитарные требования.

Санитарные разрывы между двумя зданиями, освещаемыми оконными проемами, должны быть не менее наибольшей высоты одного из них (до верха карниза). Между длинными сторонами и торцами зданий, а также между торцами зданий с оконными проемами расстояние принимается не менее 12 м, а при наличии автомобильных въездов в цехи расстояние между противостоящими зданиями – не менее 20 м.

Противопожарные разрывы зависят от степени огнестойкости запроектированных зданий и сооружений; согласно существующим противопожарным нормам они колеблются от 10 до 30 м.

Наиболее удобные формы плана при «панельной» застройке: прямоугольная и трапециевидальная с отношением сторон 1:2 или 1:1,5.

При проектировании горизонтальной планировки следует предусматривать перспективу расширения предприятия, хороший обзор со стороны подъездов к предприятию.

При вертикальной планировке территории предприятия, на основе тщательного изучения рельефа местности, с учетом специфики запроектированных объектов, осуществляют выбор отметок посадки зданий и сооружений.

Проектные уклоны свободно планируемой территории предусматривают с условием обеспечения стока атмосферных вод; они не должны быть менее 0,003.

Уровень пола первого этажа производственных зданий должен превышать планировочные отметки примыкающих участков территории на 150 мм.

Решение генерального плана в значительной мере зависит от вида внешнего транспорта, выбираемого на основе технико-экономического сравнения вариантов.

При железнодорожном транспорте на схеме генерального плана необходимо запроектировать сеть внутризаводских железнодорожных путей, обеспечивающую переработку грузооборота по поставке сырья и отгрузке готовой продукции. Предприятие связывается с внешней сетью подъездным железнодорожным путем, переходящим на территорию предприятия в сеть внутренних железнодорожных путей. Проектирование железнодорожных путей предприятия следует вести в соответствии со СП 37.13330.2012 «Промышленный транспорт. Актуализированная редакция СНиП 2.05.07-91*».

Автомобильные дороги промышленного предприятия проектируют, исходя из полной производительности предприятия с учетом очередности строительства, размеров и характера движения транспорта. На территории предприятия проектируют обычно кольцевую магистраль со вспомогательными дорогами, погрузочно-разгрузочными устройствами и подъездную автодорогу, связывающую предприятие с внешними подъездными путями.

Внутризаводской транспорт выбирается в зависимости от характера перемещаемых грузов. При этом следует применять автомобили, тракторы, электрокары, автопогрузчики, а также трубопроводный, пневматический, гидравлический транспорт, ленточные конвейеры, подвесные канатные и монорельсовые дороги.

При проектировании междокового и внутрицехового транспорта следует предусматривать единый способ перемещения перерабатываемых материалов от мест их складирования к местам потребления одними и теми же

транспортными средствами без перегрузок с междоусового транспорта на внутрицеховой. Выбор типа внутризаводского транспорта предприятия во всех случаях должен быть обоснован технико-экономическими расчетами. При сравнительно близких технико-экономических показателях следует выбирать наиболее прогрессивный вид внутризаводского транспорта.

Железнодорожный транспорт для внутризаводских междоусовых перевозок практически не применяется; используется лишь для перевозки топлива, сырья, строительных и ремонтных материалов и других грузов от сети железных дорог общего пользования до места выгрузки, а также для вывоза готовой продукции, если это предусмотрено проектом.

Благоустройство территории представляет собой комплекс мероприятий, обеспечивающих наиболее удобное использование территории промышленного предприятия, достигаемое правильным расположением дорог, тротуаров и озеленения. Удачное решение вертикальной планировки и рациональное расположение инженерных сетей способствует обеспечению наилучших санитарно-технических условий предприятия.

Магистральные и второстепенные проезды включают в себя проезжую часть, тротуары и озелененную часть. Проезжая часть обычно имеет бетонное или асфальтовое покрытие. Разделение проезжей части зелеными насаждениями на две применяется только на крупных предприятиях.

Расположение тротуаров зависит от принятой системы удаления атмосферной влаги с крыш зданий. При наличии наружных или внутренних водосточков тротуары располагаются вплотную к зданиям, при неорганизованном водостоке не ближе 1,5 м от наружных стен. От проезжей части тротуары отделяются зелеными насаждениями.

Площадь озеленения должна составлять не менее 15-20% территории предприятия, а при коэффициенте застройки более 50% - не менее 10%.

Проектирование инженерных сетей (водопровода, канализации и теплоснабжения, электроснабжения и др.) из условий благоустройства должно отвечать следующим требованиям:

- прокладку сетей необходимо производить вдоль проездов, параллельно линии застройки;
- пересечение проездов сетями возможно только под прямым углом;
- недопустимо вести прокладку сетей в пределах проезжей части;
- прокладка осуществляется в местах, удобных для последующего ремонта сетей;
- прокладка надземных сетей не должна стеснять движение транспорта и пешеходов, мешать освещению прилегающих зданий и выходить из установленных габаритов приближения к зданиям и сооружениям и пересечениям с железнодорожными путями, автодорогами и электросетями.

Благоустройство территории промышленного предприятия определяется следующими нормами (м).

Автомобильные дороги

Наименьшая ширина	6
Наименьший радиус кривой	30-50
То же на перекрестках	12-15

Тротуары

Ширина одной полосы движения	0,75
Наименьшая ширина	1,50

Озеленение

Наименьшая ширина полосы озеленения при однородной посадке деревьев	2
То же двухрядная посадка деревьев	5
То же средний кустарник	1
То же газон	1
Наименьшее расстояние от наружных стен до оси ствола деревьев	5
То же до кустарников	1,5
То же до газонов	не ограничивается

Наименьшее расстояние от края автомобильной дороги до оси
ствола деревьев

2

Особенности проектирования генеральных планов предприятий промышленности сборного железобетона заключается в определении правильного расположения по отношению к главному корпусу (в котором размещены формовочное отделение и отделение тепловлажностной обработки) бетоносмесительного узла со складами цемента и заполнителей и арматурного производства со складами арматуры.

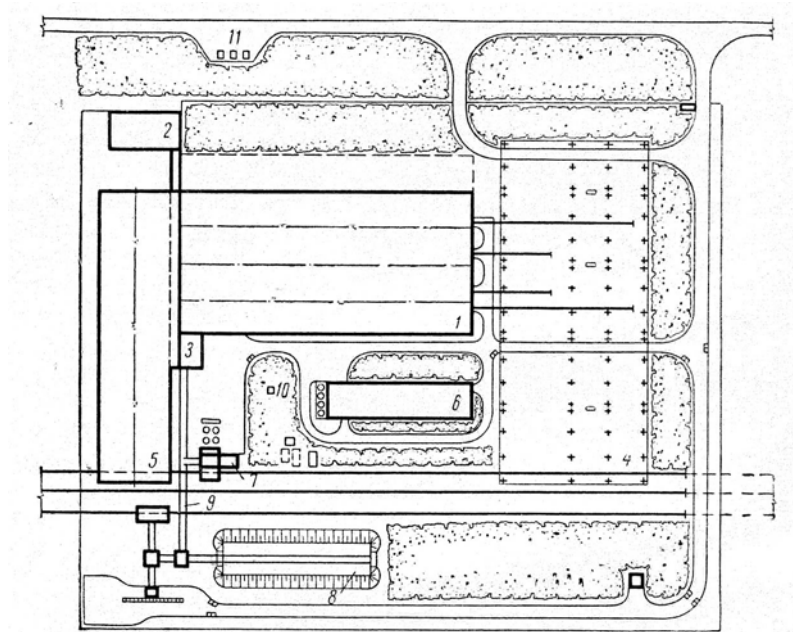


Рис. 1. Схема генерального плана завода по производству конструкций промышленных зданий и сооружений производительностью 100 тыс. м³ в год: 1 – производственный корпус; 2 – корпус вспомогательных помещений; 3 – бетоносмесительный цех; 4 – склад готовой продукции; 5 – арматурный цех со складом металла; 6 – блок вспомогательных служб; 7 – склад цемента; 8 – склад заполнителей; 9 – галерея подачи заполнителей; 10 – градирня; 11 – склад ГСМ

Бетоносмесительный цех, как правило, примыкает непосредственно к главному корпусу в месте, откуда предусматривается подача бетонной смеси на технологические формовочные линии. На больших предприятиях, где технологические линии komponуются в две группы и направлены в противоположные стороны, бетоносмесительный цех размещается на стыке этих групп.

Арматурное производство размещается в поперечном пролете или в продольном, однако с возможно максимальным приближением к формовочным постам технологических линий.

Склады цемента и заполнителей, размещаемые обычно непосредственно у подъездных железнодорожных путей, должны быть связаны надежными транспортными коммуникациями (пневмотранспортом, транспортерами и др.) с бетоносмесительным узлом. Остальные здания и сооружения, бытовые помещения, заводоуправление, ремонтно-механический цех и другие, не включенные в основной технологический комплекс, располагаются также из условий минимальной протяженности транспортных коммуникаций и удобства пользования ими.

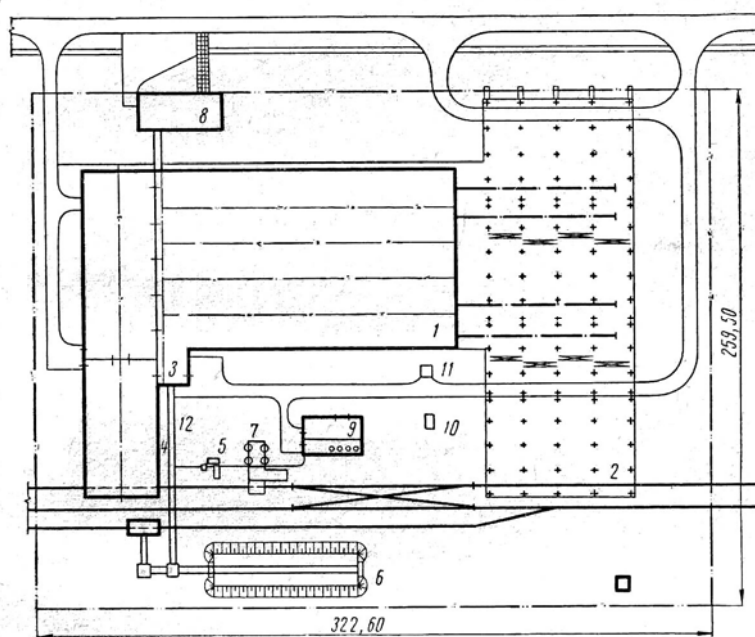


Рис. 2. Генеральный план комбината крупнопанельного домостроения производительностью 160 тыс. м² жилой площади в год: 1 - производственный корпус; 2 - склад готовой продукции; 3 - бетоносмесительный цех; 4 - галерея подачи заполнителей; 5 - склад эмульсола; 6 - склад заполнителей; 7 - склад цемента; 8 - административно-бытовой корпус; 9 - компрессорная; 10 - градирня; 11 - склад ГСМ; 12 - эстакада пневмотранспорта

На рис. 1 изображен генеральный план завода по производству конструкций промышленных зданий и сооружений производительностью 100 тыс. м³ в год (типовой проект № 409-10-2, разработанный «Гипростройматериалами»).

лы)), а на рис. 2 генеральный план комбината крупнопанельного домостроения производительностью 160 тыс. м² жилой площади в год домов серии I-464А с улучшенной планировкой (типовой проект № 409-13-2, разработанный институтом «Гипростройматериалы»).

7.2.2. Строительное проектирование

При проектировании производственных и вспомогательных зданий и сооружений промышленности сборного железобетона следует руководствоваться:

1. Сводами правил:

СП 56.13330.2011 «Производственные здания. Актуализированная редакция СНиП 31-02-2001»;

СП 44.13330.2011 «Административные и бытовые здания. Актуализированная редакция СНиП 2.09.04-87».

2. Указаниями по строительному проектированию предприятий, зданий и сооружений промышленности строительных материалов, конструкций и изделий СН 139-67.

3. Санитарно-эпидемиологическими правилами проектирования промышленных предприятий. СП 2.2.1.1312-03 «Гигиенические требования к проектированию вновь строящихся и реконструируемых предприятий».

4. Указаниями по проектированию отопления и вентиляции предприятий по производству железобетонных изделий СН 244-63.

Для производственных цехов заводов сборного железобетона (за исключением бетоносмесительных отделений) применяются одноэтажные многопролетные схемы цехов с длиной, определяемой характером технологического процесса, габаритами технологических переделов и размерами разрывов между ними.

Одноэтажность цехов определяется значительным тепловыделением, а также большим весом продукции, перемещение которой осуществляется, как правило, мостовыми кранами или кран-балками.

Производственные здания проектируются, как правило, прямоугольной формы в плане и постоянной (одной) высоты. Изменение высоты следует обосновывать технологической необходимостью (например, в бетоносмесительных цехах).

Объемно-планировочные решения здания должны предусматривать минимально возможное количество типоразмеров пролетов и высот помещений.

Объемно-планировочные и конструктивные решения цехов, при проектировании которых предусматриваются возможные изменения технологического процесса, связанные с перестановкой и изменением оборудования, должны допускать гибкость в осуществлении этих изменений без существенной реконструкции здания. При проектировании таких зданий следует применять укрупнительную единую сетку колонн и унифицированные высоты помещения, не допуская при этом существенного увеличения расхода материалов и стоимости здания.

Строительные параметры и габаритные схемы. Основными структурными частями одноэтажных промышленных зданий являются пролеты. Пролетом называется объемная часть здания, ограниченная двумя смежными рядами вертикальных несущих конструкций. Строительные параметры пролетов: L – ширина пролета (расстояние между продольными разбивочными осями); В – шаг колонн (расстояние между поперечными разбивочными осями); Н – высота пролета (расстояние от чистого пола до низа несущих конструкций покрытия).

Таблица 1

Отметки крановых рельсов и консолей

Высота помещений, м	Отметка головки кранового рельса, м	Высота от кранового рельса до конструкции, м	Высота подкрановой балки при шаге колонн, м		Отметка верха консолей колонн при шаге колонн, м		Грузоподъемность, т
1	2	3	4	5	6	7	8

8,4	6,15	2,25	0,95	-	5,2	-	10
9,6	6,95	2,65	1,15	1,55	5,8	5,4	10; 20
10,8	8,15	2,65	1,15	1,55	7,0	6,6	10; 20
12,6	9,65	2,95	1,15	1,55	8,5	8,1	10; 20; 30
14,4	11,45	2,95	1,15	1,55	10,3	9,9	10; 20; 30
16,2	12,65	3,55	1,15	1,55	11,5	11,1	30; 50
18,0	14,45	3,55	1,15	1,65	13,3	12,9	30; 50

Длина пролета определяется необходимым количеством шагов колонн, которое зависит от длины технологической линии. Пролет делится, исходя из длины, на температурные отсеки.

Унифицированный размер шага колонн 6 и 12 м. При шаге колонн 6 м несущие конструкции покрытия опираются с шагом, равным 6 м, на подстропильные конструкции или при шаге, равном 12 м без подстропильных конструкций – непосредственно на колонны. В последнем случае для покрытия предпочтительно применять укрупненные плиты длиной 12 м и такой же длины наружные стеновые панели.

На рис. 3 приведена унифицированная габаритная схема для одноэтажных промышленных зданий с мостовыми кранами.

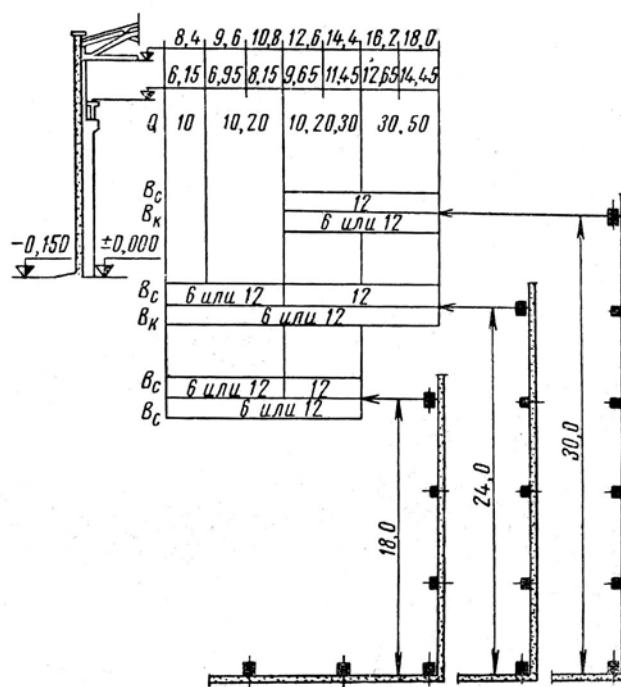


Рис. 3. Унифицированная габаритная схема для одноэтажных промышленных зданий с мостовыми кранами: V_c – шаги колонны по средним рядам; V_k – по крайним рядам; Q – грузоподъемность, т

Строительными правилами предусмотрена для каждой высоты здания единая отметка головки рельса (табл. 1), назначенная из условия установки крана максимальной грузоподъемности для каждой габаритной схемы.

Высота помещений принимается, как было указано выше, от отметки чистого пола до низа несущих конструкций покрытия на опоре. Высота кранового рельса с подкладками 150 мм.

Сборные железобетонные конструкции. Одноэтажные производственные здания имеют конструктивную схему с полным каркасом. Основными элементами каркаса являются фундаменты, колонны, подкрановые балки, стропильные и подстропильные конструкции и связи.

Здания komponуются, как правило, из сборных железобетонных элементов заводского изготовления, стандартной номенклатуры. Фундаменты используются отдельно стоящие железобетонные, на которые опираются колонны и фундаментные балки. Обрез фундамента располагается на уровне планировочной отметки земли, которая обычно на 150 мм ниже уровня чистого пола. Глубина заложения фундамента ступенчатого очертания при нормальных грунтовых условиях – 1,95-2,55 м от уровня чистого пола. Колонны заделываются в «стаканы», расположенные в верхней части фундаментов. Фундаментные балки опираются на «подбетонку», помещенную на обресе.

Колонны для зданий, оборудованных мостовыми кранами, применяются двух видов:

прямоугольного сечения с консолями – при высоте помещения до 10,8 м и грузоподъемности кранов 10 – 20 т;

двухветвевые при высоте помещений 10,8 – 18 м и грузоподъемности кранов 10 – 50 т.

Крепление стропильных конструкций, подкрановых балок и стеновых панелей к колоннам осуществляется при помощи закладных деталей, устанавливаемых в перечисленные конструкции.

Стропильные балки и фермы являются основными несущими конструкциями покрытий. Двускатные балки применяются при пролетах 12 и 18 м, а фермы – 18 и 24 м.

Утвержденная номенклатура предусматривает стропильные конструкции для плоских и скатных кровель, применяемых как при 6- так и при 12-метровом шаге.

Высота опорных частей балок и ферм для скатных кровель всех пролетов принята равной 800 мм. При шаге стропильных конструкций, равном 6 м, и шаге колонн 12 м применяются подстропильные фермы.

Подкрановые балки предназначены для поддержания крановых рельсов, по которым перемещаются мостовые краны.

Номенклатура предусматривает железобетонные подкрановые балки (таврового сечения) на грузоподъемность 10, 20 и 30 т для колонн шагом 6 и 12 м.

Плиты покрытий являются конструктивными элементами ограждающей части покрытий и применяются как в неотапливаемых, так и в отапливаемых зданиях (с дополнительной теплоизоляцией).

В отапливаемых зданиях применяются также плиты из керамзитобетона и из ячеистого бетона, совмещающие конструктивные и теплоизоляционные функции.

Сопряжение плит покрытий с балками и фермами осуществляется сваркой закладных деталей.

Стеновые панели применяются: железобетонные для неотапливаемых зданий, из ячеистых и легких бетонов, а также трехслойные для отапливаемых. Номенклатура стеновых панелей предусматривает навесные панели (беспроемные) при ленточном остеклении, и самонесущие панели с оконными проемами и простенками. Углы зданий в первом случае решаются с при-

менением удлиненных панелей, а во втором – с помощью специальных угловых блоков. Номинальные высоты всех стеновых панелей равны 1,2 и 1,8 м.

Оконные переплеты при панельных стенах применяют обычно ленточные стальные (из гнутых и прокатных профилей), алюминиевые или деревянные в зависимости от условий эксплуатации зданий.

Участки ворот, дверей и других больших проемов в панельных стенах выполняют из кирпичной кладки.

Ограждения на крышах зданий высотой 10 м и более (до верха карниза) при уклонах кровли в пределах 18-35° предусматривают на высоту не менее 600 мм из несгораемых материалов.

По наружному периметру зданий предусматриваются отмостки шириной, превышающей вынос карниза на 200 мм, но не менее 500 мм с уклоном 0,03 – 0,1, направленным от стен зданий.

Взамен двойных переплетов применяют более экономичные сваренные переплеты или двойное остекление одинарных переплетов, легко допускающие очистку внутренней поверхности стекол.

В оконных переплетах предусматривают открывающиеся устройства (створки, фрамуги); эти устройства должны быть легко управляемы снизу при помощи рычажных и других систем.

Створные оконные переплеты размещаются таким образом, чтобы расстояние от уровня пола до низа проемов (створных переплетов), предназначенных для притока воздуха в теплый период года, было не более 1,8 м, а до низа проемов, предназначенных для притока воздуха в холодный период года – не менее 4 м. Ширину оконных проемов и ворот принимают, как правило, кратной 600 мм. Размеры дверных проемов по высоте принимают кратным 300 мм, оконных проемов – 600 мм, ворот – 1200 мм.

Размеры полотен ворот, дверей и оконных пролетов следует принимать по ГОСТам и типовым чертежам.

Размеры проемов ворот принимают (ширина × высота) – 2×2,4; 3×3; 4×3; 4×3,6; 4×4,2 и железнодорожных ворот – 4,7×5,6 м. В связи с высокой

стоимостью и сложностью эксплуатации фонарей применение их в промышленных зданиях следует ограничивать.

Фонари светоаэрационного назначения проектируют продольными П - образного профиля шириной для пролетов 12 и 18 м – 6 м, а для пролетов 24 и 30 м – 12 м.

Световые и комбинированные (для освещения и аэрации) фонари должны быть с вертикальным освещением и незадуваемыми. Нижняя грань остекления фонарей проектируется на менее чем на 300 мм выше уровня прилегающей кровли.

Пожарные лестницы проектируют в производственных зданиях высотой до верха карниза более 10 м:

- для зданий высотой до верха карниза (или парапета) 30 м и более – наклонными под углом не более 80°, шириной 700 мм и с промежуточными площадками не реже, чем через 8 м по высоте;

- для зданий высотой до верха карниза (или до верха парапета) менее 30 м – вертикальными, шириной 600 мм.

Наружные пожарные лестницы должны располагаться на расстоянии по периметру здания не более 200 м. Наружные пожарные лестницы для эвакуации проектируют в соответствии с Федеральным законом № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» и СП 112.13330.2011 «Пожарная безопасность зданий и сооружений».

Крановые эстакады оборудуют лестницами, располагаемыми не реже, чем через 200 м, а при длине кранового пути менее 200 м при эстакаде должна быть, по крайней мере, одна лестница, расположенная в одном из торцов пролета.

Галереи, эстакады и тоннели проектируют: пешеходные (для прохода людей); транспортные (для транспортирования материалов); коммуникационные – для укладки трубопроводов, кабелей и т.п.; комбинированные (совмещенные – пешеходные, транспортные и коммуникационные).

Ограждающие конструкции галерей, как правило, проектируют из облегченных щитовых элементов с эффективными утеплителями. Подземные сооружения (каналы, тоннели, подпорные стенки, колодцы и т.п.) проектируют из сборного железобетона.

Пролеты горизонтальных галерей и эстакад в продольном направлении проектируют кратными 3 м. Высота опор – кратна 600 мм. Размеры галерей и эстакад принимают:

- высоту в свету не менее 2 м при регулярном проходе работающих; 1,9 м при нерегулярном;
- ширина пешеходных галерей при количестве проходящих по ним в смену в одном направлении 400 чел. должна быть не менее 1,5 м с увеличением на 0,5 м на каждые 200 чел. сверх указанной нормы;
- ширина транспортных и коммуникационных галерей и эстакад должна допускать свободный от оборудования и коммуникаций проход шириной не менее 0,7 м.

Комбинированные галереи с пешеходным движением проектируются с соблюдением следующих требований:

- перемещаемые грузы и коммуникации не должны быть пожаро- и взрывоопасными;
- транспортные устройства должны быть ограждены для обеспечения безопасности проходящих людей.

Внутренние размеры тоннелей принимаются из тех же условий, что и галереи.

Все виды тоннелей (пешеходные, транспортные и коммуникационные) должны иметь выходы не реже, чем через 100 м. Эти выходы следует размещать вне зоны работ подъемно-транспортного оборудования.

Тоннели, предназначенные для работы и передвижения людей, должны иметь естественную или искусственную вентиляцию.

Таковы основные положения проектирования архитектурно-строительной части предприятий промышленности сборного железобетона в соответствии с нормативными документами.

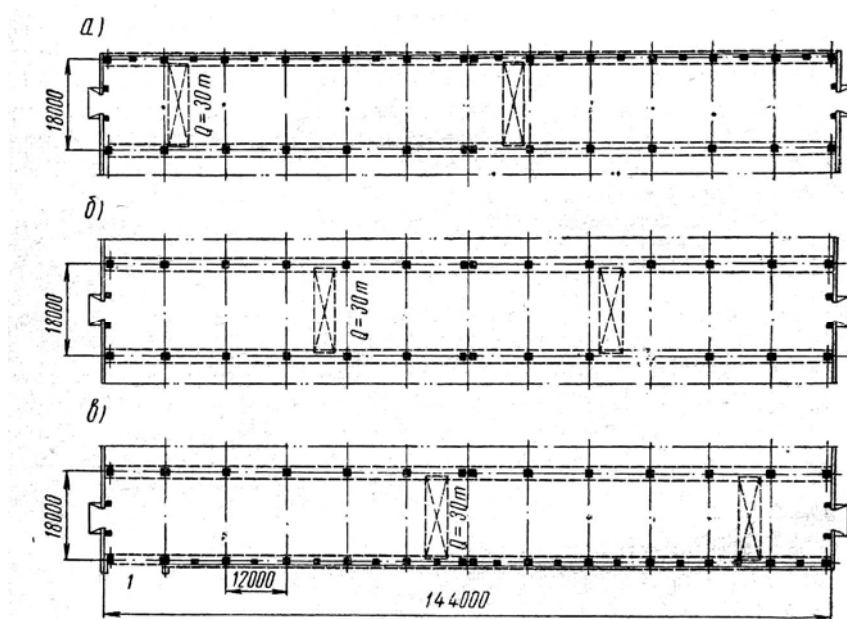


Рис. 4. Унифицированный типовой пролет 18×144 м: а – крайний правый пролет; б – средний пролет; в – крайний левый пролет; 1 – примыкание бетоносмесительного цеха

Проектирование производственных зданий на основе типовых пролетов. При проектировании промышленных зданий в целях обеспечения унификации используются утвержденные в установленном порядке унифицированные типовые секции и пролеты.

Опыт проектирования показал, что наиболее рациональным направлением является разработка типовых проектов заводов сборного железобетона на основе унифицированных типовых пролетов.

Унифицированным типовым пролетом (УТП) называется пролет, длина и ширина которого позволяют рационально разместить технологическую линию. Для разработки типовых и индивидуальных проектов заводов сборного железобетона принят унифицированный типовой пролет шириной 18 м, длиной 144 м (два температурных отсека), общей высотой (до низа конструкций покрытия) 10,8 м и высотой до подкрановых путей 8,15 м, получивший название УТП-1 (рис. 4).

Пролет УТП-1 предусматривает, в соответствии с принятыми конструкциями, применение мостовых кранов грузоподъемностью до 30 т.

Унифицированные типовые пролеты запроектированы в сборном железобетоне с плоской кровлей, керамзитобетонными стеновыми панелями и ленточным остеклением в металлических переплетах.

Бытовые помещения располагаются в отдельно стоящих зданиях, соединяемые с производственным корпусом крытыми утепленными переходами.

7.3. Технологическая часть

В составе технологической части проекта разрабатываются следующие вопросы:

1. Обоснование номенклатуры изделий и конструкций.
2. Выбор и технико-экономическая оценка способа производства.
3. Описание технологической схемы производства и основного технологического оборудования; разработка технологической карты изготовления базового изделия.
4. Технологические расчеты по проектируемому предприятию:
 - а) объема выпускаемой продукции;
 - б) потребности в сырье, основных и вспомогательных материалах;
 - в) отдельных переделов производства по выбранным режимам и параметрам технологического процесса;
 - г) потребности оборудования (технологического, транспортного);
 - д) численности и состава производственных рабочих;
 - е) проектирования бетоносмесительного, арматурных цехов, складов материалов, готовой продукции.
5. Контроль технологических процессов и качества продукции.
6. Потребность производства в энергетических ресурсах и воде.
7. Технико-экономическая оценка принятых технологических решений.

Номенклатура изделий устанавливается на основании заданного вида продукции.

Для выбора необходимо предварительно рассмотреть наиболее вероятные из них, произвести первоначальные расчеты, определить количество и стоимость оборудования, необходимые производственные площади и другие технико-экономические показатели.

Главным критерием экономической эффективности сравнительных вариантов являются приведенные затраты. Экономически целесообразный вариант определяется минимальной суммой приведенных затрат:

$$П = C + E - K, \quad (1)$$

где $П$ – приведенные затраты, C – себестоимость единицы продукции, руб.; K – удельные капитальные вложения для создания производства, руб.; E – нормативный коэффициент эффективности для промышленности строительных материалов, равный 0,15.

Технико-экономическое обоснование принимаемого способа производства является одним из важнейших разделов проекта, в котором студент показывает свое умение обоснованно принимать решения. Затем разрабатывается технологическая схема производства базового изделия.

Технологическая схема – перечень всех производственных операций с описанием существа и указанием последовательности выполнения. При оценке схемы следует учитывать, в какой степени они удовлетворяют требованиям:

- 1) поточности производства;
- 2) обеспечения гибкости технологии;
- 3) механизации трудоемких процессов;
- 4) автоматизации производства;
- 5) упрощения технологического процесса;
- 6) сокращения производственных площадей;
- 7) улучшения условий труда;
- 8) повышения производительности труда;
- 9) снижения себестоимости продукции.

Принятая для производства базового изделия технологическая схема должна содержать описание операций на всех технологических переделах. При разработке схемы производственного процесса выбирается основное технологическое оборудование.

Графическое изображение схемы технологического процесса должно давать ясное представление о движении сырья и полуфабрикатов от поста к посту и по переделам, начиная с доставки материалов и заканчивая складом готовой продукции.

Расчет производственной программы по выпуску продукции в единицу времени ведут исходя из годовой программы проектируемого предприятия и планового фонда времени его работы. Режим работы предприятия принимается по нормам технологического проектирования. Далее выполняют расчет и обоснование технологических параметров изготовления изделий: армирования, формования и ускорения твердения.

Способ натяжения арматуры должен обеспечивать максимальную механизацию процесса, автоматическое управление и достаточный контроль точности натяжения при минимальных отходах арматурной стали. Для принятого способа армирования необходимо рассчитать длину арматурной заготовки, усилие натяжения, режим натяжения (нагрева) и отпуска, требуемые параметры механического или электротермического оборудования.

Бетонную смесь необходимо уплотнять при режимах, обеспечивающих получение бетона необходимой плотности при наименьшем цикле формования и отсутствии вредного воздействия вибрации на рабочих местах.

Ускорение твердения отформованных изделий должно обеспечивать получение бетона требуемых свойств в экономически целесообразные сроки.

Состав бетонной смеси рассчитывают с учетом выбранных параметров: удобоукладываемости бетонной смеси, режима твердения, прочности бетона.

Осуществив компоновку технологической линии, устанавливают необходимые расчетные параметры: объем работ, длину рабочего и холостого хо-

да машин, высоту и дальность перемещения объектов производства, нормы времени на ручные операции, состав рабочих.

Рассчитывают длительность механизированных и ручных операций, увязывают работу ведущих агрегатов построением соответствующих циклограмм работы транспортного и технологического оборудования, строят пооперационный график.

Все эти вопросы поэтапно решаются при разработке технологической карты изготовления базового изделия.

Исходными данными для расчета площадей складов сырья и готовой продукции, промежуточных складов являются расходы сырья и полуфабрикатов в расчете на год.

После расчетов производства формовочного цеха проектируют арматурное производство и бетоносмесительный цех.

Состав производственных рабочих и обслуживающего персонала определяется по каждому цеху или переделу. Численность рабочих на складах определяется по паспортам типовых проектов и справочникам. Численность рабочих в основных цехах определяется путем расстановки их по технологическим переделам.

Численность вспомогательных рабочих принимается в размере 25 % от численности производственных рабочих.

Численность административно-технического персонала и служащих принимается по аналогии с существующими предприятиями, а также может приниматься по справочникам.

Расход пара определяется на размораживание и подогрев заполнителей и воды, тепловую обработку изделий. Расход пара на подогрев и размораживание заполнителей определяется, укрупнено, а на тепловую обработку изделий – технологическим расчетом.

Расход сжатого воздуха на отдельные установки берется в справочной литературе. Допускается принимать расход воздуха на электропнеумоуправление $1,5 \dots 3 \text{ м}^3$ на 1 м^3 бетона, а на пневмотранспорт – $8,5 \text{ м}^3/\text{м}^3$ бетона.

При расчете потребности в электроэнергии на технологические нужды учитывается ее расход на работу электродвигателей оборудования и машин, а также технологические процессы как электросварка арматуры и ее электро-термическое напряжение, электротермообработка изделий.

Расход электроэнергии на питание электродвигателей определяется по формуле:

$$P_c = P_y k_c \tau, \quad (2)$$

где P_c – расход электроэнергии за расчетный период, кВт (в смену, в сутки, в год); P_y – установленная мощность электродвигателей, кВт; k_c - коэффициент спроса для данного вида оборудования, отражающий использование мощности электродвигателя, обслуживающего данное оборудование, и потребное для этого время; τ - рабочее время цеха или линии за расчетный период. Коэффициенты спроса по группам оборудования приведены в табл. 2.

Таблица 2

Коэффициенты спроса по группам оборудования

Оборудование формовочного цеха	0,3 ... 0,6
Оборудование арматурного цеха	0,2 ... 0,35
Склады заполнителей, цемента, бетоносмесительный цех	0,6 ... 0,75
Подъемные механизмы	0,2

Все расчеты рекомендуется приводить в табличной форме.

В проектах должны тщательно прорабатываться и включаться решения по максимальному снижению материало- и энергоемкости изделий и затрат на их изготовление, а также по охране окружающей среды.

В ходе проектирования должны широко использоваться действующие типовые решения технологических линий, сведения об изобретениях и рационализаторских предложениях по модернизации технологического оборудования, опыт передовых предприятий стройиндустрии.

7.3.1. Формование железобетонных изделий. Выбор методов формования

Для выбора эффективного метода формования необходимо иметь ряд исходных данных: номенклатуру изделий, годовую производительность

формовочной линии, расход материалов на единицу продукции, формовочное оборудование, потребность в паре, электроэнергии и т.д.

Анализ работы передовых предприятий показывает, что в одинаковых условиях (например, при производстве многопустотных настилов перекрытий) на узкоспециализированных линиях, выпускающих по одному типоразмеру изделий, стандовая, агрегатная и конвейерная технология дают различные технико-экономические показатели. При стандовой технологии имеют место большие затраты труда, но минимальные капиталовложения. Для конвейерной технологии при меньшей трудоемкости капиталовложения максимальны, а для поточно-агрегатной технологии сочетаются относительно небольшие затраты труда со сравнительно низкими удельными капитальными вложениями.

Для мелкосерийного производства железобетонных изделий на заводах малой и средней мощности наиболее выгодным оказывается поточно-агрегатный способ производства. При несложном технологическом оборудовании, небольших производственных площадях и затратах на строительство агрегатный способ дает возможность получить высокий съем готовой продукции с 1 м² производственной площади цеха.

По капитальным затратам преимущество остается за стандовым способом при формировании изделий на горизонтальных стандах. Простота оборудования, незначительная его энергоемкость, возможность легко перейти на выпуск изделий самых разнообразных типоразмеров, минимум транспортных операций – основные достоинства этого способа организации формирования. Однако при горизонтальном формировании изделий на стандах появляется значительная потребность в производственных площадях. Низкий уровень механизации влечет высокую трудоемкость, в 2 ... 3 раза превышающую, например, трудоемкость изготовления изделий по поточно-агрегатной технологии. Все эти факторы исключили целесообразность организации производства изделий массового выпуска (плит и панелей перекрытий, панелей и блоков стен, фундаментных блоков и плит) по стандовой технологии. Однако при

небольшом среднегодовом объеме таких изделий стендовый способ может оказаться наиболее рациональным. Целесообразен он и при организации производства железобетонных изделий на временных полигонных установках.

Рациональность применения стендового способа возрастает с увеличением массы и размера изделий, перемещение которых по отдельным технологическим постам влечет большие затраты или практически трудно осуществимо. На стендах формуют фермы и балки длиной 18 м и более, пролетные строения мостов массой до 100 т и более, арки и другие уникальные элементы сборного железобетона значительной массы. Этим определяются технико-экономические преимущества стендового способа при изготовлении указанных видов изделий.

Важно, что при стендовом методе производства оборудование может быть легко демонтировано и также легко собрано на любом участке строительства. Производительность стенда зависит от продолжительности выдерживания на нем изделия.

В настоящее время в типовых проектах заводов железобетонных изделий для промышленного строительства и в унифицированных типовых пролетах для изготовления линейных предварительно напряженных элементов, как правило, предусматриваются длинные стенды. Эта технология вследствие взаимной зависимости форм на нитке стенда приводит к удлинению цикла изготовления изделий до 3 ... 4 сут и более, предусматривает формование только однотипных конструкций, требует остановки производства при переналадке.

Производство предварительно напряженных линейных конструкций (балок, ферм) на коротких стендах и в силовых формах дает возможность сократить цикл производства до 1 сут и повысить производительность в 1,6 ... 2 раза. Изготовление этих конструкций в силовых формах позволяет в одном пролете изготавливать одновременно практически любое количество типов

изделий, а переналадку производить без остановки производства путем замены одной формы другой.

Изготовление фермы целиком, за один прием с натяжением арматуры до укладки и твердения бетона. В качестве основных технологических схем производства колонн следует применять конвейерные и поточно-агрегатные способы. Следует применять типы колонн в равных вариантах из укрупнения, технологичных по конструкции и предназначенных для производства в универсальных формах, в каждой из которых путем модификации можно было бы изготовить определенный набор типов и марок колонн.

В производстве напорных труб диаметром 500 ... 1200 мм при расчетном внутреннем давлении более 0,1 МПа основным технологическим способом можно считать вибропрессование, позволяющее получить трубы с повышенной трещиностойкостью. Низконапорные трубы диаметром 1000 ... 1200 мм целесообразно изготавливать с обычным армированием. Для труб диаметром 1400 мм и более желательно использовать предварительно напряженную арматуру, трехступенчатую технологию, технологию гидропрессования и центробежного проката.

Организация производства по конвейерному методу обеспечивает значительное повышение производительности труда и увеличение выпуска готовой продукции при наиболее полном и эффективном использовании технологического оборудования. Однако конвейерная технология требует больших капитальных вложений. Применение этого метода рационально на заводах, выпускающих в массовом порядке изделия по ограниченной номенклатуре с минимальным количеством типоразмеров.

Конвейерную технологию следует использовать для формирования наиболее массовых изделий: плит и панелей покрытий и перекрытий, а также наружных стеновых панелей. Технологические линии для этих изделий дают возможность изготавливать панели высокой заводской готовности при максимальной механизации процессов формования и отделки на всех постах. Для уплотнения бетона рекомендуется виброрезонансный метод при горизон-

тально направленных колебаниях. Для ускорения твердения бетона, а также обеспечения низкой начальной влажности в качестве вяжущего необходимо применять ОБТЦ, а процесс тепловой обработки автоматизировать и проводить в пакетах термоформ.

Изготовление двухмодульных панелей наружных стен с установкой до формирования дверных и оконных блоков производится по конвейерной технологии на комплексно-механизированной линии с тепловой обработкой в пакетах термоформ.

Тонкие и плоские изделия значительной площади (перегородки стен, панели перекрытий) изготавливают в вертикальном положении в кассетах. Удельная потребность в площадях производственного цеха при кассетном способе самая минимальная – в одном месте одновременно формуется до 12 изделий площадью 12 м^2 каждая.

Отсутствие виброплощадок и камер пропаривания, как это имеет место при поточно-агрегатном способе, является важным достоинством кассетного способа. И все же он имеет весьма существенные недостатки: уплотнение в глубоких отсеках кассеты возможно только достаточно подвижной смеси, а эта достигается при получении бетоном заданной прочности с повышенным расходом цемента; ограниченность номенклатуры; возможность изготовления только плоских изделий сплошного сечения. Ряд существенных недостатков кассетной технологии, таких, как взаимосвязь отсеков в кассете, сложность механизации и автоматизации процессов подготовки кассеты, установка арматуры и укладки бетона и т.д., могут быть преодолены путем создания конвейерных линий с вертикально-передвижными формами на 1 ... 2 изделия со специализацией постов на определенных операциях.

Принципиально аналогичные достоинства и недостатки имеет способ изготовления изделий на вибропрокатном стане. Он отличается высокой степенью механизации технологического процесса, но требует очень больших капитальных затрат. Выбор технологической схемы и изготовление изделий определяется многими факторами, ведущими среди которых являются про-

изводительность предприятия, вид и размеры изделий, и потребность в них, техническая возможность механизации и автоматизации процессов, характер применяемых бетонных смесей и др. С учетом перечисленных факторов должна определяться, в конечном счете, рациональная для конкретных условий технология.

Формовочное оборудование. Изготовление изделий на формовочных установках заключается в укладке и уплотнении бетона в перемещаемых или стационарных формах.

Укладка бетона производится с помощью самоходных бетонораздатчиков или бетоноукладчиков. Для укладки бетонной смеси в формы рекомендуются следующие бетоноукладчики (табл. 3): а) для формования изделий постоянной толщины – бетоноукладчики с бункерами, оснащенные питателями, обеспечивающими равномерную раскладку и разравнивание бетонной смеси; б) для формования ребристых плит – бетоноукладчики с копир-питателями, обеспечивающими раскладку бетонной смеси равномерными слоями с образованием валиков в местах утолщений и ребер; в) для формования длинномерных тонкостенных изделий (типа балок, ригелей и др.) в вертикальных формах – бетоноукладчики с челюстными затворами и выходным отверстием бункера; г) для формования изделий типа ферм в горизонтальном положении – бетоноукладчики с возможностью движения бункера в направлении, поперечном ходу бетоноукладчика.

Таблица 3

Техническая характеристика бетоноукладчиков

Наименование оборудования	Марка	Назначение и область применения	Краткая техническая характеристика
1	2	3	4
Бетоноукладчик	СМЖ-69А	Для укладки и разравнивания бетонной смеси при изготовлении многопустотных панелей пере-	Производительность 150 м ³ /ч, вместимость бункера 2 м ³ , колея 2800 мм, скорость передвижения 12,4 и 18,8 м/мин, установленная мощность

		крытий, других железобетонных изделий	6,3 кВт, габаритные размеры 2600×400×2870 мм, масса 4,2 т
Бетоноукладчик	СМЖ-76	Для формирования плитных, ребристых и линейных изделий длиной 6 ... 12 м	Производительность 15 ... 20 м ³ /ч, вместимость бункера 4,9 м ³ , масса 15 т
Бетоноукладчик	СМЖ-166А	Для укладки бетонных смесей в формы при изготовлении железобетонных изделий с проемами и без проемов	Производительность 20 м ³ /ч, вместимость бункеров 1,0 и 2,1 м ³ , колея 4500 мм, скорость передвижения тележки 5,9 м/мин, установленная мощность 4,5 кВт, габаритные размеры 5200×6610×3100 мм, масса 12 т
Бетоно-раздатчик консольный	СМЖ-306А	Для подачи и укладки бетонной смеси в отсеки кассетных установок	Производительность 52 м ³ /ч, колея 1100 мм, скорость передвижения 12 м/мин, установленная мощность 4,5 кВт, габаритные размеры 9200×5800×2400 мм, масса 5,2 т
Бетоно-раздатчик	СМЖ-71А	Для выдачи бетонной смеси в формы на заводах со стендовой технологией	Производительность питателя 22,5 м ³ /ч, вместимость бункера 1,8 м ³ , колея 1000 мм, установленная мощность 14,1 кВт, масса 6,7 т

Бетонораздатчик перемещается на колесах над фермой и снабжен бункером для бетонной смеси емкостью 1 ... 3 м³ с шиберным затвором.

Более совершенными являются бетоноукладчики, которые снабжаются устройствами для равномерной выдачи, распределения и разравнивания бетонной смеси по площади формы. Основным рабочим устройством бетоноукладчика служит питатель – виброточковый или ленточный. Бетоноукладчики с ленточным питателем укладывают бетонную смесь на всю ширину формы и имеют ряд преимуществ по сравнению с бетоноукладчиком с виброточковым питателем. Для лучшего использования оборудования и механизации процесса формирования изделий необходимо бетонную смесь дозировать по объему или массе, а затем загружать в бетоноукладчик в соответствии с объемом бетона формируемого изделия.

С целью разгрузки кранового оборудования в формовочных цехах целесообразно применение формоукладчиков. Формоукладчик выполняет операции по перемещению формы к виброплощадке, установке формы и съему формы с отформованными изделиями.

Уплотнение бетона. Одной из важнейших технологических операций при формировании железобетонных изделий является уплотнение, которое в значительной степени определяет основные свойства бетона (морозостойкость, водонепроницаемость и т.д.). Недоуплотнение бетонной смеси на 1% снижает прочностные характеристики на 5 ... 7%. Существуют следующие методы уплотнения бетонной смеси: виброуплотнение, центрифугирование, вакуумирование, прессование, электропрессосмос, укатка роликами и др. Но в основном изделия изготавливаются с помощью вибрации. Это связано с тем, что в процессе вибрации в бетонной смеси создаются благоприятные условия перекомпоновки частиц и эффективного использования явления тиксотропного разжижения смеси. Все конструкции виброуплотняющих машин имеют инерционные вибровозбудители дебалансного или самобалансного типа. В табл. 4 даны сведения об основных видах виброоборудования в зависимости от параметров работы оборудования.

Таблица 4

Характеристика применяемого виброоборудования для уплотнения бетонных смесей

Наименование оборудования	Параметры работы оборудования		
	частота, Гц	амплитуда, мм	ускорение, м/с ²
1	2	3	4
Навесные вибраторы (электромеханические)	50 ... 100	0,1 ... 0,3	30 ... 40
Глубинные и навесные электромеханические вибраторы	100 ... 200	0,1 ... 0,4	100 ... 200
	50 ... 100	0,1 ... 0,3	30 ... 40
Вибронасадки	50	0,4 ... 0,7	30 ... 40
Виброплощадки	50	0,4 ... 0,7	30 ... 40
Виброплощадки с пригрузом	50	0,4 ... 0,7	30 ... 40

Виброштампы	50	0,4 ... 0,7	30 ... 40
Навесные электро-механические и пневматические вибраторы	50 ... 100	0,1 ... 0,3	30 ... 40
	100 ... 150	0,1 ... 0,4	40 ... 70

Эффективные режимы уплотнения выбираются как по частоте, так и по амплитуде.

В густоармированных, тонкостенных конструкциях, а также при наличии суперпластификаторов целесообразно применять подвижные бетонные смеси. Их уплотнение осуществляется низкочастотным оборудованием с симметричным режимом колебаний.

При воздействии вибраций в бетонной смеси уменьшаются силы сухого и вязкого сопротивления. При повышении амплитуды колебаний происходит разрушение сил сцепления между частицами смеси, а повышение частоты колебаний способствует снижению вязкого сопротивления за счет тиксотропного разжижения растворной составляющей бетона.

Уплотнение бетонной смеси условно можно представить состоящим из двух периодов. В первом периоде изрыхлонасыпной бетонной смеси образуется единая сплошная среда, т.е. происходит перекомпоновка крупных и мелких частиц заполнителя, преодоление сил сухого трения. В этом периоде образуется структурный каркас бетона. Продолжительность первого периода для литых смесей составляет 3 ... 5 с, а для жестких (0,3 ... 0,5) Ж (где Ж – жесткость по вискозиметру. Во втором периоде продолжается сближение частиц заполнителя между собой и удаление частиц оставшегося воздуха. Продолжительность второго периода (1,5 ... 4) Ж. Деление на периоды при уплотнении подвижных смесей отсутствует из-за быстрого протекания процесса уплотнения смеси.

Для уплотнения бетонной смеси применяют оборудование с гармоническим, ударно-вибрационным, ударным и объемным характером вибрационных воздействий. Стандартной вибрацией являются колебания с частотой 50 Гц и амплитудой 0,3 ... 0,5 мм. При таких параметрах виброплощадка совершает симметричные колебания относительно положения равновесия. Со-

единение гармонических колебаний с вынуждающей частотой, определяемой частотой привода и периодическим ударом на той же частоте, представляют собой ударно-вибрационные колебания.

Эффективность вибрационного воздействия при любых видах колебаний определяется величиной ускорения. Для определения ускорения a при гармонических колебаниях формула выглядит так:

$$a = \left(\frac{A \omega^2}{g} \right) g, \quad (3)$$

где A – амплитуда колебаний, м; g – ускорение свободного падения, равное $9,81 \text{ м/с}^2$; $\omega = 2\pi f$; f – частота колебаний, Гц.

При уплотнении жестких и малоподвижных бетонных смесей необходимо применять вибровоздействие при гармонических колебаниях с ускорением не ниже $(5 \dots 7)g$. Более эффективными для уплотнения жестких бетонных смесей можно считать режимы с различными частотами. Например, применение в первом периоде уплотнения низкочастотных колебаний в диапазоне $10 \dots 20$ Гц, а во втором – $50 \dots 75$ Гц при симметричных колебаниях. При асимметричных колебаниях в первом периоде рекомендуется наибольшая асимметрия – $1 \dots 2$, а во втором – до $5 \dots 7$ при частотах $10 \dots 20$ Гц. Низкочастотные режимы с величиной асимметрии до $3 \dots 5$ целесообразны при уплотнении легкогобетонных смесей.

Для уплотнения литых бетонных смесей и с добавкой пластификаторов применяют гармонические колебания с частотой не более 25 Гц или при асимметричных колебаниях с асимметрией до 2 Гц для исключения эффекта расслоения, так как смеси обладают пониженным сцеплением и вязкостью. В зависимости от исходной консистенции бетонной смеси и номенклатуры изделий рекомендуется производить выбор вибрационного оборудования (табл. 5).

Таблица 5

Классификация изделий и рекомендуемое оборудование для их формирования

Характеристика изделий	Рекомендуемая удобоукладываемость	Вид оборудования	Частота, кол/мин
1	2	3	4
Плоские изделия	20 ... 60 с	СМ-460	600
		СМЖ-200	3000
		СМЖ-187, 199	3000
	3 ... 6 см	СМЖ-538	1440
Длинномерные изделия	3 ... 4 см	ВПГ	1440
Ребристые изделия с высотой ребра до 50 см	5 ... 7 см	ВРА	600 ... 900
		СМЖ-460	600
Объемные изделия с усиленным армированием высотой до 5 м	10 ... 18 см	ВПГ	1440
Плоские изделия, изготавливаемые в кассетных формах	12 ... 15 см	ВПГ	1440

Бетонные смеси по показателям подвижности и жесткости условно делят на несколько категорий, приведенных в табл. 6.

Таблица 6

Категории бетонной смеси

Категория бетонной смеси	Подвижность, см	Жесткость по техническому вискозиметру, с
1	2	3
Особо жесткая	-	более 100
Жесткая	-	40 ... 100
Умеренно жесткая	0 ... 2	20 ... 40
Малоподвижная	2 ... 5	5 ... 20
Подвижная	5 ... 10	3 ... 5
Весьма подвижная	10 ... 12	-
Литая	более 15	-

Подвижность смеси следует выбирать с учетом номенклатуры изделий, типа виброплощадки и технологии формирования, обеспечивающей равномерное уплотнение смеси во всем объеме изделия с коэффициентом уплотнения не менее 0,98. Рациональный режим уплотнения определяется наличием конкретного виброформовочного оборудования, удобоукладываемостью бетонной смеси, высотой уплотняемого слоя, продолжительностью уплотнения. Обычно применяются однорежимные симметричные и асимметричные вертикальные колебания. Перспективным являются двухрежимные с регулируемой частотой или асимметрией. Регулирование происходит за счет послойного уплотнения бетонной смеси. Рациональная толщина и предельная высота слоя зависят от частоты колебаний и определяются по табл. 7.

Таблица 7

Рациональная толщина слоев при уплотнении бетонной смеси

Высота слоя, см	Частота колебаний виброплощадки, Гц (кол/мин)				
	10 ... 15 (600...900)	15 ... 20 (900...1200)	30 ...35 (1800...2100)	45 ... 50 (2700...3000)	75 (4500)
1	2	3	4	5	6
Номинальная	40...60	20...40	15...20	10...15	5...10
Максимальная	150...200	-	50...70	30...40	-

Продолжительность уплотнения проверяется экспериментально в зависимости от жесткости смеси, высоты изделия и должна быть не ниже значений, приведенных в табл. 8.

Таблица 8

Режимы формирования бетонных смесей вертикальной вибрацией при одностадийном формировании

Удобоукладываемость бетонной смеси	Изделие	Частота, Гц	Время уплотнения, мин
1	2	3	4
Жесткость выше 100 с	Плоское	10...15	} 4,5
		25...50	
	Объемное	10...15	
		25...30	

Жесткость 40...100 с	Плоское	10...15	} 3,5
		25...50	
	Объемное	10...15	
		25...30	
Жесткость 20...40 с	Плоское	10...15	} 2,5
		25...50	
	Объемное	10...15	
		25...30	
Подвижность 2...5 см	Плоское	10...15	} 0,5...1
		25...50	
	Объемное	10...15	
		25...30	
Подвижность 5...10 см	Плоское	10...15	} До 0,5
		25	
	Объемное	10...15	} До 2,0
		25	
Подвижность выше 10 см	Плоское	10...15	} До 0,5
		25	
	Объемное	10...15	} До 1,0
		25	

Контроль уплотнения бетонной смеси осуществляется при заданных режимах колебаний виброплощадок по ГОСТ 10184.2. Затем полученное значение плотности сравнивается с теоретическим и подсчитывается коэффициент уплотнения.

$$k_{\text{упл}} = \frac{\rho_{\text{ф}}}{\rho_{\text{т}}}, \quad (4)$$

Значение $k_{\text{упл}}$ должно быть не менее 0,98.

При формировании изделий высотой более 0,5 м следует применять послойное уплотнение.

Формование изделий на виброплощадках может осуществляться как по агрегатно-поточной, так и по конвейерной технологии. Наибольшее распространение в заводских условиях имеют виброплощадки с вертикально на-

правленными колебаниями. Виброплощадка представляет собой стационарную универсальную формовочную машину, рабочий орган которой (вибростол или связанные между собой отдельные виброблоки) осуществляет формирование всего изделия за счет передачи бетонной смеси вибрации через днище и борта формы. Характеристика виброплощадок приведена в табл. 9.

Таблица 9

Техническая характеристика виброплощадок

Марка	Грузоподъемность, т	Установленная мощность, кВт	Габаритные размеры, мм	Масса, т
1	2	3	4	5
СМЖ-187Б	10	60	8500×2986×664	5,75
СМЖ-199А	24	128	15070×3006×664	13,15
СМЖ-200Б	15	92	10260×2986×664	6,5
СМЖ-67	15	80	9704×2772×886	7,9
СМЖ-66	8	31,5	5210×2685×1260	5,13

Промышленностью выпускаются виброплощадки грузоподъемностью 8...24 т. По способу передачи колебаний от вибромеханизма вибрирование бывает внутреннее (с помощью вибровкладышей, вибросердечника или вибрирующих перегородок в кассетных формах), наружное (с помощью поверхностных вибраторов, виброформ и др.) и объемное (с помощью виброплощадок с пригрузом или без него).

Установлено, что с увеличением длительности вибрирования прочность бетона возрастает до определенного предела, после которого дальнейшее виброуплотнение незначительно влияет на прочность бетона в изделии. На виброплощадках формуют бетонные и железобетонные изделия самых различных видов: настилы, панели, фундаментные и стеновые блоки, колонны, балки, ригели и т.д.

При изготовлении массивных железобетонных изделий используют переносные глубинные вибраторы. Вибрирующий наконечник вводят в бетонную смесь по всей площади формуемого изделия, последовательно обрабатывая один участок за другим. Для уплотнения изделий из жестких бетонных

смесей или из легких бетонов на искусственных пористых заполнителях особенно эффективно применять дополнительно поверхностное вибрирование или пригрузочные щиты с давлением 0,04 МПа. При поверхностном вибрировании на форму с бетоном накладывают металлическую плиту с закрепленным на ней вибратором. Для уплотнения изделия эту плиту перемещают на поверхность бетона. Виброрейки используют для вибрирования и разравнивания поверхности отформованных изделий. Применение пригрузов и вибропригрузов значительно ускоряет процесс уплотнения жестких бетонных смесей, повышает плотность бетона в изделии и улучшает качество поверхности. При формировании плоских изделий из бетонных смесей жесткость свыше 60 с или из легкобетонных смесей рекомендуется применять инерционный пригруз с удельным давлением 1,5...2 кПа. При уплотнении весьма подвижных и литых бетонных смесей надо особо следить за герметизацией формы, для чего применяют специальные герметизирующие прокладки. Ориентировочное время уплотнения умеренно жестких бетонных смесей с пригрузом при амплитуде колебаний виброплощадки 0,5...0,7 мм – 40 с. Применение пригрузов не должно снижать амплитуду колебаний виброплощадок менее технологически необходимой (0,4...0,5 мм). Для уменьшения влияния массы пригруза на величину амплитуды колебаний виброплощадки целесообразно использовать подрессоренный пригруз или пневмопригруз. Для улучшения качества поверхности изделия и равномерного уплотнения бетонной смеси по высоте изделия применяют вибропригрузы с частотой колебаний не менее 6000 кол/мин с амплитудой колебаний не ниже 0,15...1,2 мм. При использовании вибропригрузов с частотой колебаний 3000 кол/мин амплитуда колебаний пригруза должна составлять 0,3...0,35 мм.

Уплотнение бетонной смеси способом продольно – горизонтального вибрирования производится за счет касательных колебаний, сообщаемых бетонной смеси от поверхности бортов и днища формы в продольном направлении. На вибрационных установках продольно-горизонтального вибрирования формируют конструкции значительной длины, при относительно неболь-

ших поперечных размерах (ригели, балки, колонны и т.д.), а также тонкостенные изделия, формуемые в вертикальном положении.

Формование железобетонных конструкций способом «вибропоршня» заключается в уплотнении бетонной смеси вертикально направленной вибрацией поддона формы. При этом уплотнение производится послойно: первому слою уложенной бетонной смеси сообщаются колебания непосредственно вибрирующим днищем формы, а последующим слоем – через ранее уплотненные слои бетона. Способ «вибропоршня» рекомендуется для формования подкрановых балок, строительных и подстропильных балок, ригелей, колонн и других конструкций большой высоты.

Эти формующие установки могут применяться также при изготовлении предварительно напряженных конструкций в силовых формах на коротких и длинных стендах и для изготовления ненапряженных конструкций. Вибропоршневая установка представляет собой форму с откидными и съемными бортами, днище формы в виде балки отделено от бортов и опирается на упругое основание. К балке на определенном расстоянии друг от друга прикреплены вибраторы направленного действия, которые создают вертикально направленные колебания. Рекомендуемая частота колебаний вибрирующего днища 3000 кол/мин, а амплитуда колебаний 0,5...0,8 мм. Укладка и уплотнение бетонной смеси в форму производится слоями 15...30 см, продолжительность уплотнения каждого слоя 30...40 с.

Изготовление железобетонных изделий с помощью скользящего виброштампования позволяет в достаточной степени механизировать и автоматизировать технологические процессы. Этот метод особенно эффективен при формовании длинномерных тонкостенных изделий. Рабочим органом установки является скользящий виброштамп, который движется по бетону, передавая на него вибрацию и давление. Изготовление изделий осуществляют в такой последовательности: передвижной виброштамп перемещается вдоль неподвижного изделия либо изделие движется на конвейере под стационарным виброштампом.

Формование изделий с помощью скользящих вибрштампов осуществляют как по стандовой, так и поточно-агрегатной и конвейерной технологиям.

Для изготовления железобетонных изделий скользящими виброштампами применяют бетонные смеси с осадкой конуса не более 2 см и жесткостью не более 100 с. При вибрировании создается значительное сцепление нижней поверхности виброштампа с бетоном. Для снятия виброштампа требуются большие усилия.

Имеются специальные установки стандового формования с помощью виброштампования железобетонных конструкций для промышленных зданий (ребристых плит покрытий длиной 12 м, балок для пролетов 18...24 м, форм и подкрановых балок). Установка состоит из станда, где формуются изделия, машины для намотки напрягаемой арматуры, виброштампующей машины и машины для укладки теплового ковра, который подогревается снизу с помощью пара – так происходит тепловая обработка изделия. Характерной особенностью данной технологии являются сочетание в виброштампе функций вибратора, пригруза и формообразователя. Виброштампы имеют раму, к которой крепятся вибраторы. Уплотнение с пригрузом $0,1500 \text{ Н/см}^2$ позволяет применять смеси жесткость 200...250 с и уменьшить расход цемента.

Для производства пустотелых настилов перекрытий и покрытий жилых и промышленных зданий разработаны специальные машины с вибрирующими пустотообразователями. Эти пустотообразователи – вкладыши имеют округлые или овальные сечения и извлекаются сразу после окончания формования изделия. Для лучшего уплотнения бетона в полках настила применяются бетонные смеси с жесткостью не более 50...60 с. В полости вкладышей смонтированы вибраторы, насаженные на короткие валы, соединенные между собой с помощью муфт, которые присоединены к электродвигателю.

7.3.2. Технико-экономическое обоснование выбора способа производства

Введение

Выбор рациональных способов изготовления сборных бетонных и железобетонных изделий, оптимизацию планировочных решений технологических систем осуществляют в результате сравнительного анализа технико-экономических показателей проектируемых производств.

Цель настоящей работы – изучить методику технико-экономических расчетов при вариантном проектировании технологических линий по выпуску сборных бетонных и железобетонных изделий и установить характер влияния производственных факторов на показатели эффективности технологического процесса.

Оценка вариантов проектных решений состоит из следующих этапов:

- разработки планов технологических линий-цехов;
- подготовка исходных данных для расчета показателей экономической эффективности;
- расчета удельных технико-экономических показателей производства;
- определения показателей общей эффективности вариантов проектных решений;
- оценки и оптимизации проектных решений.

Пользуясь приведенными в методических указаниях рекомендациями, можно производить необходимые технико-экономические расчеты при выполнении предпроектных работ и предварительных экономических обоснований на стадии технологического проектирования заводов сборного железобетона и действующего производства при реконструкции или техническом перевооружении технологических линий.

Данные стоимости материалов, оборудования и строительной части, стоимости энергии необходимо привести к современным значениям введением соответствующих коэффициентов.

При подготовке методических указаний использованы рекомендации НИИЖБ Госстроя СССР по технико-экономической оценке способов изготовления железобетонных конструкций и изделий, положения по выбору

проектных решений в строительстве, данные номенклатурного каталога технологического оборудования.

Подготовка исходных данных

Объективность выводов при инженерно-экономических расчетах обеспечивается сопоставимостью исходных данных и единой методикой определения затрат по каждому варианту. Сопоставимость исходных данных рассматриваемых вариантов проектных решений достигается при выполнении следующих условий:

- технологические линии следует размещать (условно) в одинаковых унифицированных пролетах;
- производительность технологической линии определяется по единой методике после принятия по ОНТП-07-87 расчетного годового фонда времени работы технологического оборудования;
- составы бетонных смесей необходимой марки по удобоукладываемости для бетонов требуемых классов принимаются в соответствии со СНиП 82-02-95;
- массу технологического оборудования и его стоимость следует унифицировать;
- количество форм на технологической линии принимается в соответствии с установленным режимом ускоренного твердения при оптимальном использовании агрегатов тепловой обработки.

Технико-экономические расчеты при проектировании начинают с анализа технологии производства базового изделия в базовом варианте и выбора альтернативных решений.

Принимаемые варианты должны отражать современные направления повышения эффективности производства сборного железобетона и подтверждаться соответствующими расчетами, ссылками на литературные источники или экспериментальные данные.

По данным проекта или варианта проектного решения анализируемой технологической линии выявляются следующие исходные данные:

- цикл работы и годовую производительность технологической линии;
- номенклатуру продукции (базовое изделие, условную формовку, объемом формоместа);
- число рабочих на формовочной линии;
- перечень технологического и транспортного оборудования в пролете и на технологической линии, массу каждой машины, число и массу форм и оснастки;
- производственную площадь, занимаемую технологической линией;
- потребность в паре и электроэнергии;
- сорт, марку и расход вяжущего на единицу продукции;
- вид и качество заполнителей;
- вид арматурной стали и способ армирования;
- длительность тепловой обработки;
- стоимость зданий, сооружений и оборудования линии;
- себестоимость бетонной смеси и арматурных изделий.

В необходимых случаях на первом этапе технико-экономической оценки проектных решений разрабатывают суточный график работы тепловых агрегатов технологических линий, в целом позволяющий точно установить производительность элементов системы, количество тепловых агрегатов.

Состав производственной бригады устанавливается в соответствии с конкретной расстановкой рабочих по постам и отдельным операциям проектируемой технологической линии. В состав производственной бригады формовочной линии входят: рабочие, непосредственно занятые на технологической линии (на чистке, смазке, подготовке форм, укладке и натяжении арматуры, укладке и уплотнении бетонной смеси, тепловой обработке, отделке и т.д.), машинисты-операторы всех видов формовочного и транспортного оборудования.

Суточное число рабочих в бригаде определяется суммированием по всем сменам. При двухсменной работе включается труд рабочих, занятых на обслуживании пропарочных камер в ночное время.

При оценке технологической линии, когда в сравниваемых вариантах составы бригад незначительно отличаются друг от друга, в целях упрощения расчетов тарифные разряды всех рабочих формовочного цеха разрешается устанавливать по единой системе как для сдельщиков на тяжелых работах.

Основные расчетные формулы для определения технико-экономических показателей работы технологической линии приведены в табл. 10.

Технико-экономическая оценка сравниваемых технических решений производится по следующим показателям (в порядке их важности):

- а) приведенным затратам;
- б) себестоимости продукции (себестоимости переработки);
- в) удельным капиталовложениям;
- г) трудоемкости;
- д) повышению производительности линии (если это возможно или нужно);
- е) удельной металлоемкости оборудования;
- ж) экономии цемента.

Необходимый для расчетов справочный материал содержится в табл. 12–16.

Условные обозначения, принятые в формулах

P – годовая производительность технологической линии (агрегата) в выбранных единицах;

h – число рабочих часов в сутки, ч;

B_p – расчетное количество рабочих суток в году;

n_c – число смен в сутки;

$t_{\text{ц}}$ – продолжительность цикла формования, мин;

t_p – ритм работы конвейера, мин;

$T_{o.c.}$ – длительность оборота станда, ч;

V – объем одновременно формуемых изделий (в форме, отсеке кассеты, станде), м³;

D – количество оборотов кассетной установки в сутки;
 m – количество отсеков в кассетной установке, число размещаемых форм в камере;
 M_k – количество ямных камер тепловой обработки на линии, шт.;
 $T_{o.k.}$ – средняя продолжительность оборота камеры тепловой обработки при пятидневной рабочей неделе, ч;
 S – длительность тепловой обработки, ч;
 N_ϕ – число форм для одной линии, шт.;
 r – затраты труда на единицу формуемой продукции (трудоемкость), чел.-ч;
 R – явочное число рабочих в формовочной бригаде в сутки, чел.;
 t_k – время загрузки камеры тепловой обработки, мин;
 \mathcal{E} – расход электроэнергии на единицу продукции, кВт·ч;
 F – суммарная мощность всех токоприемников, имеющих на формовочной линии (кроме установок для электронагрева арматуры), кВт;
 \mathcal{E}_n – расход электроэнергии для нагрева арматуры при электротермическом натяжении, кВт·ч;
 A – масса нагреваемой арматуры на единицу продукции, т;
 $q_{об}$ – удельная металлоемкость оборудования, кг/м³;
 $Q_{об}$ – масса технологического и транспортного оборудования, кг;
 q_ϕ – удельная металлоемкость форм, кг/м³;
 Q_ϕ – масса форм на линии, кг;
 P – годовой съём продукции с 1 м² производственной площади проектируемого цеха (линии), м³;
 K_y – удельные капитальные вложения на создание проектируемого цеха (линии), руб./м³;
 M – производственная площадь цеха (линии), м²;
 $C_{зд}$ – стоимость зданий цеха, руб.;
 C_{cc} – стоимость специальных сооружений в цехе (агрегатов тепловой обработки и устройства фундаментов под оборудование), руб.;

$C_{об}$ – стоимость установленного технологического и транспортного оборудования, руб.;

$C_{ф}$ – стоимость форм на технологической линии, руб.;

Z – полная заработная плата производственных рабочих цеха, руб.;

$C_{м}$ – стоимость электроэнергии, затрачиваемой на работу моторов, установленных на оборудовании технологической линии, руб.;

$C_{э}$ – стоимость 1 кВт·ч электроэнергии, руб.;

$C_{то}$ – стоимость энергии, затрачиваемой на тепловую обработку (пара, электроэнергии, газа), руб.;

$C_{т}$ – стоимость соответствующего вида энергии, руб.;

$C_{эо}$ – сумма расходов на содержание и эксплуатацию оборудования в формовочном цехе, руб./м³;

$\Sigma A_{об}$ – сумма амортизационных отчислений по нормам на полное восстановление (реновацию) оборудования, руб.;

$\Sigma A_{ф}$ – то, же по формам-вагонеткам и оснастке, кассетным установкам, руб.;

C – цеховые расходы, руб./м³;

$D_{ц}$ – годовой фонд заработной платы цехового персонала, приходящийся на данную линию, руб.;

$\Sigma A_{сс}$ – суммарные затраты на содержание и эксплуатацию агрегатов тепловой обработки и устройства фундаментов под оборудование, руб.;

O – общезаводские расходы на 1 м³ продукции, руб.;

C_n – себестоимость переработки, руб./м³;

C_{np} – себестоимость продукции цеха, руб./м³;

$C_{б}$ – стоимость бетонной смеси на 1 м³ продукции цеха, руб.;

C_a – стоимость арматурных изделий на 1 м³ продукции, руб.;

Π – приведенные затраты на единицу продукции, руб.;

E – нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений;

K_i – удельные капиталовложения в смежные отрасли промышленности (машиностроительную, цементную, химическую и др.) на единицу продукции, руб.

Таблица 10

Формулы для определения технико-экономических показателей производства сборных бетонных и железобетонных изделий и конструкций

Показатели	Расчетные положения
1	2
Годовая производительность:	
- агрегатно-поточной линии	$P = \frac{60 \cdot h \cdot B_p \cdot V}{t_{ц}};$
- шагового конвейера	$P = \frac{60 \cdot h \cdot B_p \cdot V \cdot \alpha}{t_{ц}};$
- кассетной установки	$P = B_p \cdot D \cdot m \cdot V;$
- длинного и короткого стенда	$P = \frac{h \cdot B_p \cdot V \cdot m}{T_{o.c.}};$
	$P_{ст.касс.} = \sum V_{изд}^c \cdot \kappa_{об} \cdot B_p \cdot N_{ст.касс.},$
	где α - коэффициент, учитывающий уменьшение расчетного времени на переналадку конвейера, а также наличие холостых ходов в начале каждого суток ($\alpha = 0,9 \dots 0,96$).
Необходимое число ямных камер на линию:	$M_{\kappa} = \frac{60 \cdot h \cdot T_{o.к.}}{24 \cdot t_{ц} \cdot m},$
	где $T_{o.к.}$ – оборачиваемость камеры.
Общее число форм для одной линии, оснащенной ямными камерами:	$N_{\phi} = j \cdot (M_{\kappa} \cdot m + a + b),$
	где j – коэффициент, учитывающий резервное число форм, принимается для индивидуальных форм – 1,05, переналаживаемых – 1,07; a, b – число форм на посту формования на чистке, смазке, укладке арматуры и т.п.

Затраты труда на единицу изготавливаемой продукции (трудоемкость):	$r = \frac{R \cdot B_p \cdot h}{P \cdot n_c},$
	где n_c – число смен в сутки.
Расход электроэнергии на единицу продукции	$\mathfrak{E} = \frac{0,3 \cdot F \cdot h \cdot B_p}{P}.$
Расход электроэнергии, не- обходимой для нагрева ар- матуры при электротерми- ческом натяжении:	$\mathfrak{E}_n = 90 \cdot A,$
	где A – масса нагреваемой арматуры на единицу продук- ции, т
Удельная металлоемкость:	
- оборудования:	$q_{об} = \frac{Q_{об}}{P};$
- форм:	$q_{\phi} = \frac{Q_{\phi}}{P}.$
Годовой съём продукции с 1 м ² производственной пло- щади:	$p = \frac{P}{M}.$
Удельные капитальные вло- жения на создание проекти- руемой линии:	$K_y = \frac{C_{зд} + C_{сс} + C_{об} + C_{\phi}}{P}.$
Полная заработная плата производственных рабочих формовочного цеха:	$Z = 1,48 \cdot k_l \cdot r \cdot \phi,$
	где ϕ – часовая ставка рабочего-сдельщика, имеющего средний тарифный разряд; k_l – коэффициент, учитывающий доплаты в ночное время: при односменном режиме $k_l = 1$, при двухсменном $k_l = 1,054$, при трехсменном $k_l = 1,13$.
Стоимость электроэнергии, затрачиваемой на работу оборудования технологи- ческой линии:	$C_m = \mathfrak{E} \cdot C.$

Стоимость энергии, затрачиваемой на тепловую обработку:	$C_{TO} = \mathcal{E}_{TO} \cdot C_m.$
Сумма расходов на содержание всех видов оборудования при двухсменной работе:	
- агрегатно-поточной линии, конвейера	$C_{\text{эо}} = \frac{3,67 \cdot \sum A_{об} + 2,25 \cdot \sum A_{\phi}}{P};$
- стенда, кассетного производства	$C_{\text{эо}} = \frac{3,67 \cdot \sum A_{об} + 2,8 \cdot \sum A_{\phi}}{P}.$
То же при трехсменной работе:	
- агрегатно-поточной линии, конвейера	$C_{\text{эо}} = \frac{4,1 \cdot \sum A_{об} + 2,4 \cdot \sum A_{\phi}}{P};$
- стенда, кассетного производства	$C_{\text{эо}} = \frac{4,1 \cdot \sum A_{об} + 3,0 \cdot \sum A_{\phi}}{P};$
- роторного конвейера	$C_{\text{эо}} = \frac{4,1 \cdot \sum A_{об} + 2,65 \cdot \sum A_{\phi}}{P}.$
Цеховые расходы:	$\mathcal{C} = \frac{D_{\text{ц}} + 4,32 \cdot M \cdot (1 + 2,6 \cdot K_{см}) + \sum A_{cc}}{P} + 0,2 \cdot Z,$
	где $K_{см}$ – коэффициент, учитывающий сменность работы. При двухсменной работе $K_{см} = 1$, при трехсменной $K_{см} = 1,3$.
Общезаводские расходы:	$O = 0,27 \cdot (C_{\text{эо}} + r + \phi).$
Себестоимость переработки:	$C_n = Z + C_m + C_{то} + C_{\text{эо}} + \mathcal{C} + O.$
Себестоимость продукции:	$C_{np} = C_{\bar{o}} + C_a + C_n.$
Приведенные затраты на единицу продукции:	$\Pi = C_{np} + E \cdot K_y.$
Приведенные затраты на переработку:	$\Pi_n = C_n + E \cdot K_y.$
Суммарные приведенные	$\Pi_{\Sigma} = C_{np} + E \cdot K_y + \sum E_i \cdot K_i.$

затраты:	
----------	--

Таблица 11

Исходные технико-экономические показатели производства

Показатели	Единица измерения	Варианты производства			
		1-й (базовый)	2-й	3-й	4-й
1	2	3	4	5	6
Количество рабочих дней в году	сут.				
Количество смен в сутки	смена				
Продолжительность смены	ч				
Количество линий в пролете	шт.				
Производственная площадь	м ²				
Ритм работы линии	мин				
Время работы камеры тепловой обработки	ч				
Потребное количество камер	шт.				
Время оборота одной камеры	ч				
Потребное количество форм на линии	шт.				
Годовая производительность линии	тыс. м ³				
Масса одной формы	т				
Количество рабочих, занятых на линии в сутки	чел.				
Средневзвешенный тарифный разряд					
Ставка рабочего-сдельщика средневзвешенного разряда	руб.				
Удельные расходы на 1 м ³ :					
пара технологического	кг				
электроэнергии силовой	кВт·ч				

Расчетные нормы расхода цемента для тяжелых бетонов прочностью 70 %
проектной в условиях тепловой обработки

Класс (марка) бетона	Марка по удобо- укладываемости	Расход цемента, кг/м ³ , марки			
		400	500	550	600
1	2	3	4	5	6
В 10 (М150)	П2	230	-	-	-
	П1	215	-	-	-
	Ж1	205	-	-	-
	Ж2	200	-	-	-
В 15 (М200)	П2	265	235	-	-
	П1	245	210	-	-
	Ж1	235	200	-	-
	Ж2	220	-	-	-
В 20 (М250)	П2	310	275	-	-
	П1	285	250	-	-
	Ж1	270	235	-	-
	Ж2	255	220	-	-
В 22,5 (М300)	П2	355	315	-	-
	П1	325	290	-	-
	Ж1	305	270	-	-
	Ж2	290	255	-	-
В 25 (М350)	П2	400	360	-	-
	П1	365	325	-	-
	Ж1	345	310	-	-
	Ж2	325	295	-	-
В 30 (М400)	П2	-	405	390	365
	П1	-	365	370	330
	Ж1	-	340	360	310
	Ж2	-	320	350	290
В 35 (М450)	П2	-	440	420	405
	П1	-	440	385	365
	Ж1	-	375	360	340
	Ж2	-	355	345	330

В 37,5 (М500)	П2	-	495	470	445
	П1	-	450	420	400
	Ж1	-	420	400	375
	Ж2	-	400	390	355
В 45 (М600)	П2	-	-	600	555
	П1	-	-	540	495
	Ж1	-	-	500	455
	Ж2	-	-	480	420

Таблица 13

Расчетные нормы расхода цемента для конструкционно-теплоизоляционных бетонов на гравиеподобных заполнителях

Марка бетона по средней плотности	Расход цемента марки 400, кг/м ³ , в зависимости от класса (марки) бетона		
	В 3,5 (М50)	В 5 (М75)	В 7,5 (М100)
1	2	3	4
700	250	-	-
800	230	260	-
900	220	240	280
1000	210	225	260
1100	200	215	240
1200	-	210	225
1300	-	-	215
1400	-	-	210

Таблица 14

Расход заполнителей на 1 м³ бетона

Вид бетона и раствора	Расход заполнителей бетонной смеси, м ³ /м ³	
	песок	щебень или гравий
1	2	3
Бетоны тяжелые:		
- для всех технологий, кроме кассетной	0,45	0,90
- для кассетной технологии	0,60	0,75
Бетоны легкие:		

а) теплоизоляционные:		
- крупнозернистый	-	1,05
- мелкозернистый	1,2	-
б) конструкционно-теплоизоляционные:		
- на пористых песках	0,30	1,10
- на плотных песках	0,20	1,10
- без песка, поризованные	-	1,20
- конструкционные	0,55	0,80
Растворы	1,10	-

Таблица 15

Расчет массы и стоимости оборудования

Наименование	Количество, шт.	Масса, т		Установленная мощность, кВт	Стоимость, руб.		Амортизационные отчисления	
		ед.	общ.		ед.	общ.	%	руб.
Кран мостовой грузоподъемностью 20 тс	2	20,1	40,2	159,4	13212	26424	5,5	1453
...
Прочее мелкое оборудование	-	0,5	0,5	-	750	1500	3,5	28,3
Формы	57	3,48	198,4	-	410	81327,6	24,5	19925,3
Итого:			241,11	354,6		120677,4		24856
В том числе:								
оборудование						37100		4333
формы						81327,6		20523

Таблица 16

Стоимость зданий и специальных сооружений

Наименование	Единица измерения	Стоимость, руб.	Количество	Общая стоимость,	Амортизационные отчисления
--------------	-------------------	-----------------	------------	------------------	----------------------------

	ния			руб.	%	руб.
1	2	3	4	5	6	7
Здания	м ³	160	2600	416000		
Фундаменты под оборудова- нием	м ²	10	2600	26000	1,5	390
Камеры ямные:						
строительная часть	м ³	64	1764	112896	10	11290
система КИП	секция	960	9	8640	24,7	2134
система тепло- снабжения	секция	800	9	7200	13,6	983
вентиляционное оборудование	секция	300	9	2700	23,0	621
Итого по каме- рам					131436	15028
Всего спецсо- оружения					157436	15418

Таблица 17

Расход тепловой энергии различных агрегатов тепловой обработки

Агрегаты тепловой обработки	Расход при обогреве бетона паром	
	острым	«глухим» (регистра- ми)
Вертикальные камеры	0,12/0,076	0,112/0,071
Ямные и щелевые камеры периодического действия	0,17/0,108	0,15/0,094
Щелевые камеры непрерывного действия	0,20/0,126	0,184/0,116
Кассетные установки	0,20/0,126	-
Термоформы	0,25/0,158	-

Примечания: 1) перед чертой дан расход пара в т/м³, после черты в Гкал/м³; 2) при применении предварительно разогретой смеси удельные расходы уменьшаются на величину расхода тепла на разогрев из расчета 1,5 кг на 1 м³ смеси при нагреве на 1 °С; 3) расход продуктов сгорания природного газа для тепловой обработки в щелевых и ямных камерах принимается при

покрытии верхней поверхности уплотненного бетона специальным пленкообразующим составом $10 \text{ м}^3/\text{м}^3$, а при увлажнении греющей среды – $35 \text{ м}^3/\text{м}^3$.

4) расход электроэнергии для тепловой обработки в щелевых и ямных камерах принимается на 1 м^3 бетона: для тяжелых и легких конструкционных бетонов – 80 кВт·ч, легких конструкционно-теплоизоляционных – 100 кВт·ч.

Таблица 18

Стоимость тепловой энергии для предварительных технико-экономических расчетов

Вид энергии	Единица измерения	Стоимость, руб.
1	2	3
Природный газ	м^3	индексируется
Острый пар	Гкал	
«Глухой» пар (обогрев регистрами)	Гкал	
Электрическая энергия	кВт·ч	

Таблица 19

Стоимость строительной части ямных и туннельных камер

Виды и размеры камер	Стоимость 1 м^3 внутреннего объема камеры, тыс. руб.
1	2
Ямные камеры при высоте камеры от днища до крышки, м:	
4,0	0,052
3,5	0,064
Туннельная наземная камера (однощелевая) высотой до 4 м	0,056

Примечание. В стоимость не входит стоимость занимаемой камерами производственной площади цеха (здания).

Таблица 20

Сметная стоимость строительной части щелевых камер

Камеры	Стоимость, тыс. руб.	
	Камеры на одну вагонетку	Прямков

	при размещении в щели		под переда- точные уст- ройства
	продольные	поперечные	
1	2	3	4
Однощелевые под конвейером (двухъярус- ный стан)	4,86	3,94	12
Двухщелевая под конвейером (трехъярус- ный стан)	4,27	3,41	17
Двухщелевая подземная (одна щель под конвейером, вторая рядом параллельно)	4,80	3,98	20
Двухщелевая наземная выносная рядом с цехом	5,10	4,30	32
Трехщелевая наземная выносная рядом с цехом	4,60	3,85	34
Трехщелевая подземная (одна под конвей- ером, две рядом параллельно конвейеру)	4,7	-	23

Примечания: 1) общую стоимость строительной части камеры находят умножением приведенной в таблице удельной величины на суммарное число вагонеток, одновременно находящихся во всех щелях ка-
меры, и полученную величину суммируют со стоимостью прямиков. 2) удельные величины даны на одну
форму-вагонетку габаритом 7,3×3,7 м при высоте щели по внутреннему обмеру 1,2 м. При увеличении габ-
арита вагонетки или высоты щели на 0,3 м следует к удельным величинам применять коэффициент 1,04, при
увеличении на 0,6 м – коэффициент 1,05, при увеличении на 0,3 или 0,6 – соответственно коэффициенты
0,97 и 0,95.

Таблица 21

Стоимость систем теплоснабжения, КИП и автоматики тепловых агрегатов

Наименование системы	Стоимость, тыс. руб.
1	2
<u>Ямные камеры</u>	
Теплоснабжение технологическое на одну секцию:	
острым паром	0,8
«глухим» (регистрами)	3,5
электронагревательными устройствами (ТЭН)	4,15
природным газом путем его сгорания в теплогенераторе типа ТОК	3,11
КИП и автоматика на основе:	

Пуск-3П (на 10 секций ямных камер)	9,6
Р-31М (на 8 секций ямных камер)	8,0
Вентиляционное оборудование 4 секции ямных камер	1,2
<u>Щелевые камеры</u>	
Теплоснабжение:	
острым паром	0,3
«глухим» (регистрами)	1,76
электронагревательными устройствами (нихромовыми полосомами) на 1 форму вагонетки	1,63
природным газом путем его сгорания в теплогенераторах типа ТОК при длине щели до 90 м	6,75
то же, при длине 120 м	11,0
КИП и автоматика на базе электронных мостов (на 12 точек подключения через каждые 12 м длины обогреваемой зоны, т.е. на 144 м)	3,8
Вентиляционное оборудование (на 4 щели)	5,6

Примечания: 1) при определении КИП и автоматики при большом количестве секций удельные стоимости соответственно увеличиваются, при меньшем – остаются без изменения; 2) при изменении принятого габарита формы-вагонетки необходимо учитывать примечание 2 табл. 20.

Таблица 22

Сметная стоимость строительной части и специальных сооружений основного здания цеха

Габариты основного здания	Стоимость 1 м ² производственной площади, руб./м ² , при высоте отметки верха подкрановых путей	
	8,15 м	9,75 м
1	2	3
18×144 м (5 пролетов)	160	165
24×144 м (5 пролетов)	154	160

Примечание. Сметная стоимость специальных сооружений в цехе принимается равной 10 руб. на 100 м² производственной площади.

Таблица 23

Технологическое оборудование для изготовления железобетонных конструкций

Наименование оборудования	Марка или тип	Масса, т	Установочная мощность, кВт	Расчетная стоимость единицы, руб.
1	2	3	4	5
А. Оборудование для укладки бетонной смеси				
Бетонораздатчик для форм на протяжном стенде емкостью 1,8 м ³ , колея 1000 мм	СМЖ-71А	6,7	14,1	7786
Бетоноукладчик для изделий разной конфигурации, объем бункеров 2,8+1,25 м ³ , ширина колеи 4500 мм	СМЖ-162А	12,8	27,4	14134
Бетоноукладчик для изделий шириной до 3,6 м, объем бункеров 1 и 2,1 м ³ , колея 4500 мм	СМЖ-166Б	10,3	22,0	11592
Бетоноукладчик для плоских изделий шириной 3,6 м, объем бункера 2,5 м ³ , колея 4500 мм	СМЖ-3507А	9,0	16,1	12684
Бетоноукладчик для изделий шириной 2 м, вместимостью бункера 2 м ³ , колея 2800 мм	СМЖ-69А	4,2	6,2	5620
Бетоноукладчик консольный для кассет. Производительность 52 м ³ /ч, колея 1100 мм	СМЖ-306А	5,2	4,5	7568
Питатель ленточный для загрузки смеси в формы для труб диаметром 500-900 мм, изготавливаемых методом центрифугирования. Производительность 14 м ³ /ч, вместимость бункера 2,7 м ³	СМЖ-354	4,8	7,4	7200
Бадья самоходная для подачи бетонной смеси из БСО в фор-	СМЖ-3В	0,71	3,2	705

мовочные пролеты, вместимостью 1,2 м ³				
Бункер раздаточный для подачи смеси из БСО в формовочные пролеты, вместимостью 2,4 м ³ , скорость передвижения 0,65 и 1 м/с, колея 1720 мм	СМЖ-2В	1,85	6,26	1964
Бункер выдачи бетона. Служит промежуточной емкостью между линией подачи бетонной смеси и потребителем. Вместимость 2,4 м ³	СМЖ-355А	0,95	0,26	1104
Бетоносмеситель с устройством для пароразогрева бетонной смеси емкостью по загрузке 1500 л	СБ-112	5,2	40	4815
Пневмонагнетатель (для подачи бетонной смеси по бетоноводу)	ПН-0,5	0,735	-	955
Б. Оборудование для заготовки и натяжения арматуры				
Установка для электротермического натяжения арматуры. Длина нагреваемых стержней 6200 мм, число одновременно нагреваемых стержней – 2	СМЖ-129Б	0,87	40 кВа	3772
Установка для удлинения арматурных стержней (методом электронагрева) до 6,7 м	СМЖ-429	1,7	60 кВа	2634
Стенд для натяжения арматуры при производстве железобетонных стоек опор ЛЭП и других изделий	СМЖ-338	12	-	11360
Гидродомкрат для натяжения арматуры труб. Усилие 1000	СМЖ-84Б	0,55	7,5	2700

кН, число натягиваемых стержней диаметром 22-30 мм – 1				
Гидродомкрат для натяжения арматуры. Усилие натяжения 25 кН	СМЖ-86Б	0,21	2,2	840
То же. Усилие натяжения 630 кН	СМЖ-738	0,08	-	990
То же, для группового натяжения арматуры. Максимальное усилие 5 МН	СМЖ-521	3,75	-	3000
Насосная станция к домкрату. Производительность 3 – 5 см за один ход рукоятки	СМЖ-3333	0,26	2,2	92
Насосная станция. Производительность 1,6 л/мин, рабочее давление 40 МПа	СМЖ-33А	0,13	2,2	341
Защитное приспособление (для безопасной работы с гидродомкратом)	6873/13	0,267	-	943
Оснастка коротких стендов для натяжения арматуры		0,250	-	600
Оснастка для натяжения арматуры на длинных стендах		1,150	-	2760
В. Оборудование для формования изделий, чистке и смазке форм				
Виброплощадка грузоподъемностью, тс:				
10	СМЖ-187Б	5,75	64	5382
15	СМЖ-200Г	6,60	88	6095
24	СМЖ-199Б	13,1	128	9948
40	СМЖ-164	16,5	253	25093
Виброустановка резонансная, грузоподъемностью 20 тс	СМЖ-280	6,1	22	6580
Виброустановка резонансная,	СМЖ-460	14,4	30	17330

асимметричная грузоподъемностью 15 тс				
Виброплощадка ударного действия грузоподъемностью 18 тс	СМЖ-538	7,6	44	9212
Виброплощадка ударно-вибрационная для формования изделий из смеси жесткостью до 20 с грузоподъемностью 10 – 20 тс	СМЖ-773	8,5	44	9430
То же, грузоподъемностью 30 тс	СМЖ-774	13	88	13800
Машина формовочная (для образования пустот в панелях перекрытий)	СМЖ-227Б	11,51	33	9800
Самоходный портал с вибро-щитом и бортоснасткой (для формования пустотных панелей)	СМЖ-228Б	7,6	11	6922
Установка насосная (для питания гидроприводов формовочных установок)	СМЖ-946А	0,36	4	863
Установка для формования сантехкабин СК-11, СК-12 типа «Колпак»	СМЖ-339	14,5	22	11018
Установка для формования вентиляционных блоков: число одновременно формуемых блоков – 1	СМЖ-343	15,5	22	12023
Установка для формования вентиляционных блоков: число одновременно формуемых блоков – 4	СМЖ-822	7,7	2,4	8303
Кассетная установка для изде-	СМЖ-3302	102,5	4	43980

лий размером 7,2×0,16 м, количество отсеков – 10				
То же, для изделий 7,2×3,55×0,12 м, количество отсеков – 12	СМЖ-253	119,7	9,6	48119
То же, для изделий 6×2,7×0,16 м, количество отсеков – 14	СМЖ-3222	111,2	5,6	44702
То же, для изделий 7,2×3,4×0,05 м, количество отсеков – 12	СМЖ-3222	127,9	11,2	51416
То же, для изделий 6×3×0,12 м количество отсеков – 12	СМЖ-3212	102,7	4,8	41285
Машина распалубочная для сборки и распалубки кассет при толщине пакета кассеты 2720 мм	СМЖ-252Б	25,3	4,0	14703
То же, при толщине пакета 2910 мм	СМЖ-3311	20,2	4,0	12713
То же, при толщине пакета 2412 мм	СМЖ-20Б	13,4	7,5	6284
Центрифуга роликовая для изготовления железобетонных труб диаметром 400 – 900 мм, длина формуемых труб – 5,2 м	СМЖ-106Б	15,2	55,6	13535
Центрифуга роликовая для изготовления стоек опор ЛЭП диаметром до 0,5 м длиной до 13,5 м	СМЖ-169А	11,2	55,4	10465
Вибратор общего назначения	ИВ-99	0,014	0,55	30
Вибратор глубинный	ИВ-66	0,046	0,80	75
Вибратор поверхностный	ИВ-91	0,06	0,60	92
Установка для формирования блоков шахт лифтов с габаритами 1930×1780×2780 мм	СМЖ-834	14,1	22,0	12570

Г. Подъемно-транспортное оборудование общего назначения				
Краны мостовые электрические, общего назначения грузоподъемностью 16 тс (К16 _Т – 25 – 16,5):				
- для пролета 18 м		17,6	39,1	11448
- для пролета 24 м		20,7	39,1	13020
То же, грузоподъемностью 20 тс (К20/5 _Т – 25 – 16,5):				
- для пролета 18 м		20,1	79,7	13212
- для пролета 24 м		24,3	79,7	15020
Краны мостовые электрические грузоподъемностью 32 тс (К32/5 _Т – 25 – 16,5):				
- для пролета 18 м		28,3	106	20076
- для пролета 24 м		33,3	106	21600
Кран консольный передвижной грузоподъемностью 3,2 тс (настенный), (Кр 188000.000-04)		4,42	7,1	6819
Д. Подъемно-транспортное оборудование специального назначения				
Кран консольный для съема и установки щитов, образующих проемы в панелях НС, грузоподъемностью 2 тс	СМЖ-23А	2,73	3,63	2980
То же, для подъема и перемещения изделий. Высота подъема 2,3 м, вылет стрелы 4,43 м, угол поворота 360 °	СМЖ-6А	0,88	1,10	1095
Траверса для транспортировки объемных элементов грузоподъемностью 5 тс	СМЖ-347	0,47	-	450
Траверса для транспортировки в вертикальном положении	СМЖ-257Б	0,70	-	380

панелей НС и ВС грузоподъемностью 10 тс				
То же, грузоподъемностью 10 тс	СМЖ-289Б	0,89	-	380
То же, грузоподъемностью 12 тс	СМЖ-47Б	2,56	-	840
Траверса для транспортировки труб и форм с изделием в горизонтальном положении грузоподъемностью 20 тс	СМЖ-120Д	0,80	-	390
Траверса для транспортировки форм и изделий при производстве стоек опор ЛЭП грузоподъемностью 20 тс	576/4В	1,83	-	851
Автоматический захват для транспортирования железобетонных напорных труб грузоподъемностью 10 тс	СМЖ-380	1,15	-	630
То же, для загрузки и выгрузки поддонов с оснасткой и изделием в ямные камеры ТВО	СМЖ-46Б	1,50	-	670
Тележка-прицеп для питания виброинструмента	СМЖ-4	0,45	-	780
Самоходная тележка грузоподъемностью 20 тс, скорость перемещения – 40 м/мин, колея 1524 мм	СМЖ-151	3,45	6,5	2500
Тележка прицеп к СМЖ-151 грузоподъемностью 20 тс	СМЖ-151А	1,81	-	580
Тележка передаточная для подачи форм поточной линии с одной линии на другую грузоподъемностью 15 тс, колея 3000 мм	СМЖ-553	2,12	1,1	2620€

То же, грузоподъемностью 20 тс, колея 3840 мм, скорость перемещения 0,24 м/с	СМЖ-444	11	18,1	8165
Устройство передаточное рольгангового типа для перемещения поддонов с одной технологической линии на другую	СМЖ-3006	6,2	6,2	6049
Привод для последовательного перемещения форм с одного поста на другой по направлению технологического потока при количестве перемещаемых форм:				
6 шт.	2807/1	6,2	10,4	2403
9 шт.	2693/1	8,5	10,4	8648
14 шт.	СМЖ-3005А	10,5	15,6	11408
Привод полуконвейерной линии	СМЖ-3005	7,97	11	9062
Рельсы подъемные для опускания форм на виброплощадку грузоподъемностью 20 тс	СМЖ-458	3,65	-	3979
Рольганг поста 3×12 м, число перемещаемых форм – 2, ход тележек 18,9 м, скорость перемещения тележек 0,15 м/с	СМЖ-12Б	15,6	11,5	14260
Кантователь для стеновых панелей. Угол кантователя 45 °, время цикла кантования 20 с, грузоподъемность:				
13 тс	СМЖ-3333А	10,8	7,5	8910
20 тс	СМЖ-439	7,5	22,0	7722
Кантователь для съема и кантования труб диаметром 300 –	СМЖ-414	4,7	8,4	11300

600 мм. Число кантуемых труб 2 – 4, время кантования 118 с				
Формоукладчик продольный грузоподъемностью 10 тс	СМЖ-35А	2,75	4,0	2358
Е. Оборудование для тепловой обработки				
Оборудование щелевых камер с дистанционным управлени- ем для закрывания проемов щели и создания герметично- сти	СМЖ-445	2,1	1,1	978
Пакетировщик для форм в ка- мерах высотой 3500 мм при числе этажей:				
4	СМЖ-239А	1,24	-	415
5	СМЖ-239А	1,26	-	422
6	СМЖ-239А	1,30	-	435
7	СМЖ-239А	1,32	-	442
Пакетировщик для форм в ка- мерах высотой 4000 мм при числе этажей:				
4	СМЖ-294А	1,38	-	472
5	СМЖ-294А	1,40	-	479
6	СМЖ-294А	1,45	-	496
7	СМЖ-294А	1,47	-	503
Подъемник для перемещения форм с технологической ли- нии в нижней щели камеры грузоподъемностью 30 тс	СМЖ-438	21	22	13890
Снижатель для перемещения форм с технологической ли- нии в нижние щели камеры грузоподъемностью 30 тс	СМЖ-438	10,5	11	17250
Разделитель шторный в щеле- вой камере непрерывного дей-		4,2	-	9062

ствия между зонами тепловой обработки на одну щель				
Брезентовые чехлы для тепловой обработки изделий:				
при общей площади чехла 20 м ²	6873/15А	0,47	-	550
то же, на 1 м ² чехла		0,007	-	27
Ж. Вспомогательное оборудование				
Устройство для открывания или закрывания бортов форм. Время цикла закрывания 1,5 мин	СМЖ-453	4,2	-	4842
Устройство для закрывания бортов форм на технологическом посту	СМЖ-3004Б	4,2	-	3860
Устройство для открывания бортов форм на технологическом посту	СМЖ-3002Б	5,4	-	4819
Линия отделки и комплектации панелей наружных стен (на 5 постов)	СМЖ-463-468	57,17	316,4	46351
Транспортная линия для отделки панелей НС (на 3 поста)	СМЖ-3101А	19,9	16,2	12253
Транспортная линия санитарно-технических кабин для перемещения в процессе их отделки (на 15 постов)	2560-01	10,5	5,5	9246
Транспортная линия санитарно-технических кабин для перемещения в процессе их отделки (на 14 постов), скорость перемещения 12 м/мин	СМЖ-474	8,5	7,5	10940
Машина отделочная для заглаживания открытых поверх-	СМЖ-461	6,5	25	9600

ностей свежеотформованных изделий. Производительность 110 м ² /ч, ширина обрабатываемого изделия 360 мм				
Машина шпатлевочная. Производительность 360 м ² /ч, размеры обрабатываемых изделий 7,2×3,6 м	СМЖ-3232А	5,55	11,6	7100
Установка для центрифугирования (нанесения защитного слоя) труб с металлическим сердечником диаметром 300 – 600 мм	ОНТЦ-10	23,6	50	17250
Установка для гидравлических испытаний напорных труб диаметром 500 – 1200 мм	СМЖ-97А	12,9	17,1	9534
Стенд для испытания труб на прочность	СМЖ-418	3,34	-	3015
Насосная установка для подачи рабочей жидкости в гидродвигатели формовочных установок	СМЖ-817	0,345	4	810
То же	СМЖ-346	0,360	4	862
То же, для обеспечения работы гидроприводов оборудования конвейерных линий, формования железобетонных изделий	СМЖ-3003	0,500	7,5	1920
Трансформатор сварочный	СТН-500	0,78	-	380
3. Специальное оборудование для изготовления железобетонных изделий				
Бетононасос с объемной подачей смеси до 60 м ³ /ч	БН-80	12	40	20000
Оборудование для адресной подачи бетонной смеси из				

БСО к местам ее потребления:				
- самоходный бункер с челюстным затвором, скорость 100/25 м/мин	СМЖ-797	2,5	17,5	3430
- самоходный бункер опрокидной вместимостью 1,0 м ³ , скорость основная 100, при сближении 25 м/мин, ширина колеи 1300 мм	СМЖ-798	1,7	10	2708
Передающее устройство, грузоподъемностью 8 тс		2,0	3,2	2050
Форма-вагонетка для внутренних стеновых панелей толщиной 120 мм	СМЖ-780-01	10,7	-	8757
То же, для изделий толщиной 160 мм	СМЖ-780-02	10,5	-	8596

Таблица 24

Металлоемкость и стоимость форм

Вид изделия, признаки сложности форм	Металлоемкость 1 м ³ формуемых изделий	Расчетная стоимость, руб./т
1	2	3
Балки покрытий, фундаментные балки длиной 6 м, изготавливаемые:		
- в переносных групповых формах с раскрывающимися бортами	1,2	390
- в переносных групповых формах с гибкими элементами и вверных	1,1	390
Ригели, прогоны, формуемые в переносных формах с раскрывающимися бортами	2,0	410
Балки покрытий пролетом 12 – 18 м, изготавливаемые:		
- в стационарных формах с паровыми полостями, формуемые в горизонтальном положении	2,2	490

- то же, в рабочем положении	2,4	510
- то же, в силовых (в рабочем положении)	2,9	525
Панели перекрытий производственных зданий в переносных формах	3,2	410
Панели перекрытий ребристые размером 3×6 и 3×12 м, формуемые в переносных силовых формах	3,4	410
То же, в катучих формах	3	425
Стеновые панели промышленных зданий ребристые, изготавливаемые в переносных формах с раскрывающимися бортами	4,4	356
Колонны одноэтажных производственных зданий длиной до 6 м, изготавливаемые в переносных групповых формах	2,9	625
То же, более 6 м, формуемые на стенде	1,1	450
Колонны многоэтажных производственных зданий длиной до 6 м, изготавливаемые в переносных групповых формах	1,4	518
То же, длиной более 6 м, изготавливаемые на стендах	0,8	470
Фермы стропильные и подстропильные монолитные пролетом 12 м, изготавливаемые на стендах	2,2	525
Фермы стропильные пролетом 18 – 30 м, монолитные	2,9	505
То же, с закладной решеткой	2,7	490
Стеновые панели одномодульные, изготавливаемые в переносных формах со съёмными вкладышами и проеомообразователями	1,2	518
То же, в катучих формах	1,15	535
Стеновые панели двухмодульные, изготавливаемые в катучих формах со съёмными проеомообразователями и взаимозаменяемой оснасткой	1,10	525

Таблица 25

Масса и стоимость форм для железобетонных конструкций

Изделие	Масса формы, т	Расчетная стоимость, руб.
1	2	3
Поддоны для изготовления многопустотных панелей перекрытий силовые, для агрегатно-поточных линий размером 6715×1915×323 мм, (СМЖ-548)	3,42	1260
То же, для конвейерных линий	3,40	1360
То же, для полуконвейерных линий	3,45	1380
Формы стальные для изготовления центрифугированных стоек опор ЛЭП длиной 11 – 12 м (СМЖ-586)	3,6	2400
Формы металлические для безнапорных труб, изготавливаемых методом центрифугирования, длиной 5 м, диаметром, мм:		
400	2,65	3810
500	2,95	4110
600	3,27	4330
700	3,85	4980
800	4,60	5510
1000	5,40	6380
1200	6,70	7620
1500	7,80	8470

Таблица 26

Технико-экономические показатели производства

Показатели	Единица измерения	Варианты производства			
		1	2	3	4
1	2	3	4	5	6
Годовая производительность	тыс. м ³				
Съем продукции с 1 м ² производственной площади	м ³				
Выработка на одного рабочего в год	м ³				

Общая масса технологического оборудования	т				
в том числе форм	т				
Капиталовложения	тыс. руб.				
в том числе стоимость:					
- оборудования	тыс. руб.				
- зданий	тыс. руб.				
- спецсооружений	тыс. руб.				
Удельные капвложения	руб./м ³				
Удельная металлоемкость	кг/м ³				
Трудоемкость 1 м ³ продукции	чел.-ч				
Удельные расходы на 1 м ³ :					
- цемента	кг				
- энергии на тепловую обработку					
- электроэнергии силовой	кВт·ч				
Стоимость бетонной смеси	руб./м ³				
Себестоимость переработки	руб./м ³				
в том числе:					
- заработная плата					
- энергия на тепловую обработку					
- энергия силовая					
- содержание и эксплуатация оборудования					
- цеховые расходы					
- общезаводские расходы					
Себестоимость продукции	руб./м ³				
Приведенные затраты	руб./м ³				

7.3.3. Проектирование организации производства

При проектировании организации технологических процессов изготовления сборных железобетонных изделий необходимо, прежде всего, выбрать

рациональный способ производства и разработать технологическую схему процесса, а затем выбрать технологические способы изготовления изделий, основное технологическое оборудование, режимы формования и тепловой обработки и т.д.

При проектировании технологических процессов исходными данными являются: номенклатура изделий, объем выпуска в год изделий каждого наименования и типоразмера, технические условия на их изготовление, составы бетона, режимы тепловой обработки и другие данные.

При технологическом проектировании необходимо руководствоваться нормативными и справочными материалами. Последовательность технологического проектирования следующая:

1. Разработка технологической схемы изготовления изделий и схемы технологических процессов; при этом выбирают способы производства, технологическую структуру отдельных процессов, содержание, состав и последовательность выполнения операций, типы машин и оборудования.

2. Расчет производственных операций и отдельных технологических процессов; на этом этапе определяют основные расчетные величины: трудоемкость, материалы и оборудование, ресурсы для выполнения операций технологического процесса, устанавливают оптимальные взаимосвязи между основными элементами процесса (рабочими машинами и др.), определяют необходимое оснащение линий оборудованием и профессионально-квалификационным составом рабочих.

3. Расчет параметров технологических линий; определяют пространственную компоновку оборудования, расстановку рабочих по технологическим постам, устанавливают проектные показатели процессов, определяющие эффективность; при этом рассматривают несколько вариантов, а затем методом последовательного сопоставления технологической и экономической сторон проектируемого процесса на основе их эффективности выбирают наилучший вариант. Технологический процесс изготовления изделий должен быть запроектирован с наиболее полным использованием всех технических возмож-

ностей оборудования при наименьших затратах времени и наименьшей себестоимости изделий. Эффективность и рентабельность технологического процесса определяют по составляющим его элементам на всех этапах проектирования.

4. Составление технологических карт.

Для определения оптимальной продолжительности технологических циклов и операций целесообразно использовать графоаналитический метод, основанный на построении пооперационных графиков и циклограмм. Принимая количество рабочих и сроки для выполнения технологических операций по постам, устанавливают возможное совмещение (во времени) операций и соответствующую ему продолжительность цикла. При заданном объеме выпуска изделий обеспечивают соответствие элементного цикла с производственным ритмом выпуска продукции.

Если занятость рабочих в элементных процессах оказывается неполной, то разрабатывают пооперационный график технологического процесса и анализируют занятость рабочих и основного оборудования. Строят циклограмму работы машин технологической линии, которая дает возможность согласовать работу ведущих механизмов для четкого их взаимодействия, обеспечивая максимальное использование рабочего времени. На циклограмме, на оси ординат откладывают время, затраченное на выполнение данной операции, а по оси абсцисс – расстояние перемещения оборудования. Проекция любой линии на ось ординат показывает продолжительность выполнения операции, а проекция любой линии на ось абсцисс соответствует перемещению машины или агрегата при выполнении данной операции. Угол наклона линии к оси абсцисс определяет скорость перемещения машины или агрегата.

Графоаналитический метод может быть использован также при анализе организации процесса на действующих технологических линиях для установления степени загрузки машин и агрегатов технологических линий и выявления узких мест и резервов времени. Продолжительность T_{ϕ} (мин) цикла

формования при поточно-агрегатном методе производства зависит от вида изделия и типа принятого формовочного оборудования:

$$T_{\phi} = T_{\phi.o} = \frac{l_{\phi}n}{(v_{\phi} + T_{\text{в}})}, \quad (5)$$

где $T_{\phi.o}$ – время подачи и удаления формы с формовочного поста и прочие формовочные операции, мин; l_{ϕ} – длина рабочего прохода бетоноукладчика, м; v_{ϕ} – рабочая скорость бетоноукладчика, м/мин; n – число проходов бетоноукладчика; $T_{\text{в}}$ – продолжительность вибрирования бетонной смеси, мин.

Для уточнения степени совмещения операций во времени и определения общей продолжительности цикла формования целесообразно строить циклограмму работы технологической линии. Потребность в машинах или постах рассчитывают, исходя из условия обеспечения непрерывной работы агрегатов и оборудования на каждом посту.

Производительность поточно-агрегатной технологической линии зависит от продолжительности отдельных ее операций – формования, тепловлажностной обработки и др.

Основными условиями для осуществления конвейерного производства являются: разбивка технологического процесса на отдельные циклы, выполняемые на отдельных рабочих постах, и установление ритма конвейера; равенство затрат времени на всех постах принятому ритму работы конвейера и последовательное расположение рабочих постов в соответствии с технологическим процессом; последовательная передача формы с изделием в процессе изготовления по постам в соответствии с ритмом конвейера.

При проектировании конвейерного производства необходимо определить основные параметры технологической линии: ритм процесса, число технологических операций и постов, количество изготавливаемых изделий и др. Многие из этих данных легко установить построением циклограммы рассматриваемого процесса. Тепловлажностную обработку изделий в конвейерном производстве, осуществляемую в щелевых и вертикальных камерах или пакетах термоформ, также увязывают с ритмом конвейера. При поступлении

очередной формы или группы форм в тепловую установку с другой его стороны должно выдаваться аналогичное количество форм с прогретыми изделиями. При этом необходимо обеспечить принятый режим тепловлажностной обработки по температуре и длительности его.

Стендовое производство целесообразно, главным образом, при изготовлении напряженно-армированных конструкций промышленных и гражданских зданий. При стендовом производстве продолжительность технологического цикла (мин) складывается из следующих периодов:

$$T_{\text{ц}} = T_{\text{под}} + T_{\text{арм}} + T_{\text{ф}} + T_{\text{т.об}} + T_{\text{р.к}} + \sum T_{\text{пер}}, \quad (6)$$

где $T_{\text{под}}$ – очистка, смазка и подготовка форм к формованию, мин; $T_{\text{арм}}$ – подготовка и натяжение арматуры, укладка ненапрягаемой арматуры, мин; $T_{\text{ф}}$ – укладка и вибрирование бетонной смеси, мин; $T_{\text{т.об}}$ – тепловлажностная обработка изделий на стенде, мин; $T_{\text{р.к.}}$ – время, затрачиваемое на распалубку, мелкий ремонт, контроль качества и транспортировку изделий на склад готовой продукции, мин; $\sum T_{\text{пер}}$ – общая продолжительность перерывов в работе стенда, мин.

Продолжительность каждой из составляющих технологического цикла зависит от вида стенда (длинный, пакетный, короткий или силовая форма), количества смен работы, установленной продолжительности тепловой обработки изделий и т.д.

Основной задачей при организации работ по выпуску изделий в кассетных формах является раскладка (схема расположения) панелей в отсеках кассетной установки. Для этого составляют комплектовочную ведомость расхода на этаж или дом по всей номенклатуре изделий. После этого составляют схему раскладки панелей.

Заключительным этапом проектирования технологического процесса является составление технологических карт на производство железобетонных изделий. Это документ, содержащий последовательное описание технологического процесса изготовления изделия, выполняемого в одном цехе в определенной последовательности. В ней дана полная информация о последова-

тельности выполнения работы: об оборудовании, приспособлениях и инструменте, материалах и энергетических источниках, требования к изделию до и после выполнения операции. Технологическая карта включает в себя правила хранения материалов, методы контроля и испытания, особенности техники безопасности и промышленной санитарии, которые необходимо соблюдать при выполнении различных технологических операций. В ней также приведены данные о нормировании трудовых затрат.

Типовые технологические карты разрабатываются с учетом рациональных решений по технологии и организации производства. В дальнейшем возможна разработка карт отдельных технологических процессов на основе карт типовых технологических операций, применительно к имеющимся на заводах схемам производства изделий.

Типовые технологические карты разрабатываются для обеспечения предприятий, выпускающих железобетонные конструкции и изделия, рациональными решениями по технологии и организации производства, постоянного улучшения качества, повышения производительности труда и снижения себестоимости изделия. Они разрабатываются для данного способа производства, когда необходимо использовать единый технологический документ для определенной совокупности типовых технологических операций при изготовлении изделий. Привязка типовых технологических карт к конкретным условиям изготовления железобетонных изделий состоит в разработке организационно-технических мероприятий, в корректировке карты с учетом имеющихся на данном предприятии технологического оборудования и использования сырьевых, комплектующих и других материалов.

Типовая технологическая карта должна быть применима для различных изделий одной марки, технологической схемы, содержать максимум информации, относящейся к выполнению данной операции быть наглядной и доступной для рабочих.

Типовые технологические карты разрабатываются на основе изучения и обобщения передового опыта, отвечающего современному уровню плани-

рования, организации, управления и технологии производства железобетонных изделий с учетом комплексной механизации и автоматизации, рациональной организации труда на рабочем месте, обеспечивающих высокие технико-экономические показатели.

Типовые технологические карты оформляются на типовых бланках, предназначенных для заполнения основными технологическими параметрами, содержащимися в 11 разделах. После утверждения заполненный бланк становится основным технологическим документом при производстве работ и вывешивается в цехе.

Типовые технологические карты должны состоять из следующих разделов:

исходные данные: категория изделия, номер проекта, рабочие чертежи и технические условия, марка бетона и его показатели, нормы времени и расценка на изделие, состав звена и его производительность в смену, особые требования к изделию;

общий вид изделия: эскиз общего вида изделия, допуски по маркировке, шероховатости и размерам;

организация рабочих мест: схемы организации рабочих мест с указанием размещения оборудования, внутрицеховых транспортных средств, инструмента и материалов, размер площади рабочего места, величина освещенности;

циклограммы технологической линии по изготовлению изделия: графики процессов выполнения технологических операций и описание, их последовательности с указанием времени начала и окончания выполнения операции с распределением труда между исполнителями, число исполнителей;

характеристика армирования: для ненапрягаемой арматуры приводятся материалы, качество, марка, геометрические размеры, масса каркасов, стержней; для напрягаемой арматуры – основные параметры стержней - количество, величина удлинения арматуры, характеристика арматуры, проект-

ное натяжение, время нагрева и рабочая длина, порядок натяжения и передачи его на бетон;

режим тепловлажностной обработки: скорость подъема и снижения температуры в камере, время предварительной выдержки изделия;

пооперационный контроль качества основных технологических процессов: основные операции, подлежащие контролю, место, состав, методы и средства контроля; периодичность и объем контроля; документы, регламентирующие результаты контроля; лица, контролирующие операцию и ответственные за обеспечение технологии проведения операции;

оборудование, инструмент, приспособления: данные о ГОСТе, типе, марке используемого оборудования и приспособлениях;

порядок выходного контроля, сдачи и складирования продукции: порядок проведения выходного контроля, порядок сдачи-приемки готовой продукции, схемы складирования;

охрана труда: схема и правила строповки и складирования изделия; перечень первоисточников по охране труда, требования к санитарии и гигиене труда;

режимы труда и отдыха: продолжительность рабочей смены, баланс рабочего времени бригады, время подготовительно-заключительной работы рабочих, время оперативной работы, время на отдых и личные надобности рабочих, время технологических перерывов;

порядок выходного контроля, сдачи и складирования продукции: качество бетона, прочность, морозостойкость, водонепроницаемость, качество поверхности, наличие и правильность установки закладных деталей, соответствие проекту, соответствие формы и геометрических размеров ГОСТу.

7.3.4. Проектирование состава тяжелого бетона

Проектирование состава бетона является сложной технической задачей, грамотное решение которой предопределяет эффективность и долговечность железобетонных конструкций. Проектирование состава бетона включает несколько самостоятельных задач, объединенных одной целью – обеспечить

требуемые свойства бетона при минимальном расходе цемента. Обычно при проектировании состава бетона выделяют следующие этапы:

1) техническое задание на проектирование, в котором приводятся сведения о виде и условиях изготовления и работы конструкции; на основании указанных данных назначаются требования к бетонной смеси и бетону, например: марка бетонной смеси по удобоукладываемости, класс бетона по прочности на сжатие, марка бетона по морозостойкости и др.;

2) выбор материалов для изготовления бетона: цемента, заполнителей, добавок. На этом этапе принимают решение о виде и марке используемого цемента, необходимости применения химических добавок для улучшения свойств бетонной смеси и бетона, количестве и соотношении фракций заполнителя и т.д. Как правило, дается предварительная оценка качества заполнителей, которая учитывается при расчете состава бетона;

3) расчет состава бетона выполняется с целью предварительного определения соотношения между компонентами бетонной смеси для получения бетона с требуемыми свойствами. Его производят на основе современного уровня знаний о законах формирования свойств бетона – многокомпонентной системы, изменяющейся во времени в результате физических, физико-химических и химических процессов. Результатом расчета является расчетный состав бетона, который подлежит экспериментальной проверке;

4) экспериментальная проверка расчетного состава бетона, которая выполняется на сухих материалах, предназначенных для получения бетона в производственных условиях. В результате ее производят корректировку расчетного состава и устанавливают лабораторный состав бетона;

5) назначение производственного состава бетона и расхода материалов на замес на основе лабораторного состава бетона с учетом естественной влажности заполнителей и применяемого смесительного оборудования.

Методика проектирования состава бетона должна обеспечивать:

1) марочную прочность на сжатие в возрасте 28 сут нормального твердения;

2) распалубочную прочность на сжатие через 4 ч после тепловлажностной обработки и марочной прочности в возрасте 28 сут;

Техническое задание на проектирование

Задание на проектирование состава бетона разрабатывается для конкретной номенклатуры конструкций, изготавливаемых из бетона одного вида по одинаковой технологии.

В задании указываются:

- нормируемые показатели качества бетона, например класс по прочности на сжатие B , марка по прочности на растяжение при изгибе R_u или класс B_{btb} , марка по морозостойкости F и др.;

- нормируемые показатели качества бетонной смеси, например марка по удобоукладываемости, сохраняемости, содержанию вовлеченного воздуха и др.;

- условия твердения бетона конструкции и сроки достижения нормируемых показателей качества бетона;

- показатели однородности прочности бетона (среднее значение партионного коэффициента вариации прочности), при отсутствии фактических данных принимается значение $V_n = 9\%$;

- ограничения по составу бетона применению материалов для изготовления, обусловленные особыми условиями эксплуатации конструкций, например в зоне переменного уровня воды и др.;

- ограничения по составу бетона и применению материалов для его изготовления, обусловленные размерами конструкции и способами транспортирования и укладки бетонной смеси, например тонкостенные густоармированные конструкции, подача бетонной смеси бетононасосами и др.

Состав бетона рассчитывают исходя из среднего уровня прочности \bar{R}_b , который определяется по формулам:

при нормировании прочности по классам:

$$\bar{R}_b = K_{мп} \cdot K_T \cdot B, \quad (7)$$

при нормировании по маркам:

$$\bar{R}_b = K_{\text{мп}} \cdot \left(\frac{K_{\text{т}}}{100} \right) \cdot M, \quad (8)$$

где, \bar{R}_b – средний уровень прочности бетона, на который рассчитывается состав, МПа – при нормировании прочности по классам и кгс/см² – при нормировании прочности по маркам; B, M – соответственно класс или марка бетона; $K_{\text{т}}, K_{\text{т}}^*$ – коэффициенты, принимаемые по таблице приведенной ниже, в зависимости от среднего значения партионного коэффициента вариации прочности V_n ; при отсутствии фактических данных принимаем значение $V_n < 13\%$; $K_{\text{мп}}$ – должен иметь значение не выше 1,1.

Таблица 27

Значения коэффициентов $K_{\text{т}}, K_{\text{т}}^*, K_{\text{мп}}$ для тяжелых бетонов, кроме бетонов массивных гидротехнических сооружений

V_n	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
$K_{\text{т}}$	1,07	1,08	1,09	1,11	1,14	1,18	1,23	1,28	1,33	1,38	1,43
$K_{\text{т}}^*$	83	84	85	87	89	92	96	100	104	108	112
$K_{\text{мп}}$	1,03	1,04	1,05	1,07	1,07	1,09	1,09	1,12	1,15	1,15	1,15

Прочность бетона нормируется следующим образом: марочная – в 28-суточном возрасте; после тепловой обработки (распалубочная или доотпускная) – через 4 или 12 ч после окончания тепловой обработки. Для специальных бетонов возможны другие сроки нормирования прочности.

Выбор материалов для приготовления бетонов

1. Цемент. Для приготовления тяжелого бетона следует применять цементы по ГОСТ 10178 и 22266. Рекомендуемые виды цементов для различных конструкций приведены в табл. 28. Рекомендуемые марки цементов для бетонов различных классов содержатся в табл. 29. Рекомендуемые виды цементов в зависимости от условий твердения представлены в табл. 30.

Таблица 28

Рекомендуемые виды цементов для бетонов различных конструкций

Условия работы конструкции	Виды цемента									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11

1. Внутри здания:										
при W<60%	Р	Р	Р	Р	Р	Д	Д	Н	Д	Д
при W>60%	Р	Р	Р	Р	Р	Д	Д	Д	Д	Р
2. На открытом воздухе	Р	Р	Д	Р	Д	Д	Д	Н	Р	Р
3. При действии сред, агрессивных по содержанию сульфатов	Н	Н	Д	Н	Д	Р	Р	Р	Д	Р
4. То же, при систематическом замораживании-оттаивании или высушивании-увлажнении	Н	Н	Д	Н	Д	Р	Д	Н	Д	Д
5. В зоне переменного действия воды и мороза	Д	Н	Н	Н	Н	Р	Н	Н	Д	Р
6. В подземных и внутренних гидротехнических сооружениях	Д	Д	Д	Н	Н	Н	Н	Р	Н	Н

Примечание: 1 – ПЦ Д0 ГОСТ 10178; 2 – ПЦ Д5, ПЦ Д20 ГОСТ 10178; 3 – ШПЦ ГОСТ 10178; 4 – БТЦ ГОСТ 10178; 5 – БТШПЦ ГОСТ 10178; 6 – ССПЦ ГОСТ 22226; 7 – СШПЦ ГОСТ 22226; 8 – ППЦ ГОСТ 10178; 9 - цемент для дорожных и аэродромных покрытий ГОСТ 10178; 10 – цемент напрягающий ТУ 21-26-13-90.

Р – рекомендуется; Д – допускается при технико-экономическом обосновании; Н – не допускается.

Таблица 29

Рекомендуемые марки цемента

Класс (марка бетона)	B12,5 M150	B15 M200	B20 M250	B25 M300	B30 M350	M400	B35 M450	B40 M500	B45 M600
Марка цемента	M300	M300 M400	M300 M400	M400 M500	M400 M500	M500 M600	M500 M600	M550 M600	M600

Таблица 30

Рекомендуемые виды цемента в зависимости от условий твердения

Условия твердения	Вид цемента (по табл. 28)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Нормальные и близкие к нормальным	Р	Р	Д	Р	Д	Р	Д	Р	Р	Р
При температуре ниже 10°С	Д	Д	Н	Р	Н	Д	Н	Н	Д	Р
При тепловой обработке:										
режим до 13 ч	Д ¹	Д ¹	Н	Р	Р	Н	Н	Н	Н	Р
режим более 15 ч	Р	Р	Р	Д	Д	Р	Р	Н	Н	Д

Примечание: 1 – I и II группы эффективности при пропаривании.

2. Мелкий заполнитель. Для тяжелого бетона мелкий заполнитель (песок) должен удовлетворять требованиям ГОСТ 10268 и 8736.

Наибольшее влияние на технические свойства бетонной смеси и бетона оказывают: гранулометрический состав (модуль крупности) песка, содержание пылевидных, глинистых или илистых частиц (ПГИ). Пески с модулем крупности 1,5 ... 2,0 повышают расход цемента до 5 %, а с модулем крупности менее 1,5 – до 12 % для получения равнопрочного бетона. При содержании в песке ПГИ более 3 % повышается расход цемента до 5 %.

3. Крупный заполнитель. Для тяжелого бетона крупный заполнитель должен удовлетворять требованиям ГОСТ 10268, 8267, 8268, 10260.

Наибольшая крупность заполнителя принимается по табл. 31, а зерновой состав – по табл. 32, марка заполнителя по прочности – по табл. 33.

Таблица 31

Наибольшая крупность заполнителей

Конструкции	Условия, определяющие
Вертикальные	0,75 наименьшего расстояния между арматурными стержнями в свету; 0,33 наименьшего размера конструкции, но не более 150 мм
Горизонтальные	0,5 толщины, но не более 150 мм
Дорожные и аэро-	40 мм

дорожные покрытия	
-------------------	--

Таблица 32

Зерновой состав крупного заполнителя

Наибольшая крупность запол- нителя, мм	Содержание фракции в крупном заполнителе, %				
	5-10	10-20	20-40	40-70	70-200
20	25-40	60-75	-	-	-
40	15-25	20-35	40-65	-	-
70	10-20	15-25	20-35	35-55	-
120	5-10	10-20	15-25	20-30	30-40

Таблица 33

Минимальная марка крупного заполнителя по прочности

Класс (марка) бе- тона	B12,5 M150	B15 M200	B20 M250	B22,5 M300	B25 M350	B30 M400	B35 M450	B37,5 M400	B45 M600
Марка крупного заполнителя:									
изверженные по- роды	800	800	800	800	800	800	1000	1000	1200
метаморфические породы	600	600	600	600	800	800	1000	1000	1200
осадочные поро- ды	300	300	400	600	800	800	1000	1000	1200
Показатель дро- бимости Др	16	16	16	12	12	8	8	8	8

Примечание. Для бетонов дорожных и аэродромных покрытий минимальная марка крупного заполнителя по прочности должна составлять 1200 и 800 – соответственно из изверженных, метаморфических и осадочных пород, показатель дробимости – Др8.

В случае применения крупного заполнителя с содержанием ПГИ более 3% повышается расход цемента до 5%.

При проектировании бетонов со специальными свойствами, например с высокой морозостойкостью, стойкостью к истиранию, специальные требования к заполнителю следует устанавливать в соответствии с ГОСТ 10268.

4. Добавки. Добавки улучшающие свойства бетонной смеси и структуру бетона, ускоряющие твердение, дающие экономию цемента, следует применять в соответствии с ГОСТ 7473 (табл. 34).

Таблица 34

Рекомендуемые добавки к бетонам

Вид добавки	Дозировка (сухое вещество)	Эффект от применения
Суперпластификатор С-3	0,4 – 0,8 % массы цемента	Снижение водопотребности смеси до 25 %
Пластификаторы ЛСТ, ЛСТМ-2	0,15 – 0,3 % массы цемента	Снижение водопотребности бетонной смеси до 13 %
Воздухововлекающие: СНВ, ППФ	0,005 – 0,03 % массы цемента	Обеспечение воздухововлечения в бетонную смесь более 5 %, повышение морозостойкости бетона на 100 – 200 циклов
Пластифицирующе- воздухововлекающие ЩСПК	0,5 – 1,0 % массы цемента	Снижение водопотребности бетонной смеси до 8 %, обеспечение воздухововлечения 3 – 5 %, повышение морозостойкости бетона на 50 – 100 циклов
Противоморозные НН	2 – 6 % массы цемента	Обеспечение твердения бетона при отрицательной температуре

Расчет состава тяжелого бетона

Расчет состава тяжелого бетона можно производить любым научно обоснованным методом, дающим требуемый результат. Общепринятым является метод абсолютных объемов, в основе которого лежат следующие принципы: прочность бетона зависит от количества и качества цементного теста, т.е. от соотношения расхода цемента Ц и воды В, кг/м³ бетонной смеси; объем уплотненной смеси равен сумме объемов цемента, воды, заполнителей и вовлеченного воздуха.

Расчет состава производится:

на требуемую марку (класс) по прочности (на сжатие или изгиб);

на требуемую марку по морозостойкости F или водонепроницаемости W ;

на обеспечение комплекса необходимых свойств.

В инженерной практике наиболее часто производится расчет состава на требуемую марку (класс) по прочности, при этом необходимые значения F , W обеспечиваются специальными технологическими мероприятиями (выбор цемента, добавок, условия ухода и др.).

Расчет производится в следующей последовательности.

1. Определяют значение C/B , обеспечивающее средний уровень прочности бетона \bar{R}_b (см. формулы 7–8):

для всех бетонов, кроме бетонов для дорожных и аэродромных покрытий:

$$\frac{C}{B} = \frac{\bar{R}_b}{A \cdot R_{ц} \cdot (1 - 0,03 \cdot B)} + 0,5, \quad (9)$$

для бетонов дорожных и аэродромных покрытий:

$$\frac{C}{B} = \frac{\bar{R}_{би}}{A \cdot R_{ци} \cdot (1 - 0,025 \cdot BB)} + 0,1, \quad (10)$$

для бетонов, подвергаемых тепловой обработке, значение C/B , обеспечивающее распалубочную прочность, определяется по формуле:

$$\frac{C}{B} = \frac{\bar{R}_{бтг} + 8}{0,23 \cdot R_{цто} + 10}, \quad (11)$$

где – C – расход цемента, кг/м³; B – расход воды, кг/м³; \bar{R}_b , $\bar{R}_{би}$, $\bar{R}_{бтг}$ – соответственно проектируемая прочность бетона на сжатие, изгиб, сжатие после тепловой обработки, МПа; $R_{ц}$, $R_{ци}$, $R_{цто}$ – соответственно активность цемента на сжатие, изгиб, сжатие после тепловой обработки, МПа; A , A_1 , $A_и$ – коэффициенты, принимаемые по табл. 35; BB – объем вовлеченного воздуха, %, принимается по табл. 36.

Для бетонов подвергаемых тепловой обработке (сборные бетон и железобетон), следует принять наибольшее значение C/B из определенных по формулам (9) и (11).

При значении $C/B > 1$ ($1,68 \cdot \text{НГ}$), определенном по формуле (9), следует вновь определить C/B по формуле:

$$\frac{C}{B} = \frac{\bar{R}_b}{A_1 \cdot R_{ц} \cdot (1 - 0,03 \cdot BB)} - 0,5, \quad (12)$$

где A_1 – коэффициент определяемый по табл. 35.

Таблица 35

Значения коэффициентов A , $A_{и}$, A_1

Крупный заполнитель	A	$A_{и}$	A_1
Высококачественный	0,65	0,42	0,43
Рядовой	0,6	0,4	0,4
Пониженного качества	0,55	0,37	0,37

Таблица 36

Рекомендуемый объем вовлеченного воздуха

Назначение бетона	Объем вовлеченного воздуха, л/м ³ (%)
1	2
Для обычных конструкций	- (-)
Для укладки при помощи бетононасоса	30-50 (3-5)
Для дорожных и аэродромных покрытий	50-60 (5-6)
Для конструкций с морозостойкостью более 200	40-50 (4-5)

2. Корректируют значение C/B для обеспечения долговечности бетона по табл. 37, а также по формуле:

$$\frac{C}{B} \geq \frac{1}{0,35 + \frac{0,05 \cdot C}{\sqrt{\tau}}}, \quad (13)$$

где C – толщина защитного слоя, мм; τ – срок службы конструкции, лет.

Окончательно устанавливают значение C/B , наибольшее из определенных в пп. 1, 2.

Таблица 37

Минимальные значения C/B бетонов по условию долговечности

Условия эксплуатации конструкции	C/B
1	2

Внутренние зоны сооружений	1,33
В зоне переменного горизонта воды при климатических условиях:	
особо суровых	2,38
суровых	2,22
умеренных	2
Под водой:	
напорные	1,82
безнапорные	1,67
В условиях агрессивных сред для бетонов:	
нормальной плотности: W2	1,43
W4	1,67
повышенной плотности: W6	1,82
особо плотных: W8	2,22
W12	2,5
В условиях переменного действия воды и мороза для бетона с маркой по морозостойкости:	
F 100	1,67
F 200	1,82
F 300	2
F 400	2,22
F 500	2,5

Примечание: W – марка бетона по водонепроницаемости ГОСТ 12730.5.

3. Определяем расход воды по табл. 38.

Таблица 38

Ориентировочный расход воды на 1 м³ бетонной смеси на плотных заполнителях при температуре смеси 20°C

Марка бетонной смеси по удобоукладываемости	Расход воды, л/м ³ , при крупности заполнителя, мм							
	гравия				щебня			
	10	20	40	70	10	20	40	70
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Ж4	150	135	125	120	160	150	135	130
Ж3	160	145	130	125	170	160	145	140

Ж2	165	150	135	130	175	165	150	145
Ж1	175	160	145	140	185	175	160	155
П1	190	175	160	155	200	190	175	170
П2	200	185	170	165	210	200	185	180
П3	215	205	190	180	225	215	200	190
П4	225	220	205	195	235	230	215	205

Примечание. Смеси на цементе должны быть с нормальной густотой 27% и песке с модулем крупности $M_k=2$. При изменении нормальной густоты на 1% расход воды следует изменить на 3-5 л/м³. При изменении модуля крупности песка на каждые 0,5 значения следует увеличить расход воды на 3-5 л/м³ при $M_k<2$ и уменьшить на 3-5 л/м³ при $M_k>2$.

4. Рассчитываем расход цемента, кг/м³:

$$Ц = \frac{Ц}{B} \cdot B, \quad (14)$$

Расход цемента, определенный по формуле (14), сравнивается с данными табл. 39 и устанавливают окончательно расход цемента.

В некоторых случаях может оказаться целесообразным использование цемента более высокой или более низкой марки либо применение тонкомолотой минеральной добавки.

Таблица 39

Ограничения по расходу цемента

Условия эксплуатации (внешняя среда)	Минимальный расход цемента, кг/м ³	
	обычно армированные конструкции	преднапряженные конструкции
1	2	3
Сухая	260	300
Влажная без замораживания	280	300
Влажная с замораживанием	280	300
Дорожные и аэродромные покрытия	300	-
Морские сооружения	300	-
Слабая химическая агрессия	280	300
Средняя и сильная химическая агрессия	300	-

Примечание: максимальный расход цемента 600 кг/м³.

Для бетонов с морозостойкостью более F200 расход воды не должен превышать четырехкратного объема вовлеченного воздуха. Для обеспечения требуемой удобоукладываемости бетонной смеси в этом случае следует применять пластифицирующие добавки.

5. Определяют расход крупного заполнителя по формуле:

$$Щ(\Gamma) = \frac{1000 - BV}{\frac{V_{\text{п}} \cdot (\alpha + \Delta\alpha)}{\gamma} + \frac{1}{\rho}}, \quad (15)$$

где $Щ(\Gamma)$ – расход крупного заполнителя, кг/м³; BV – объем вовлеченного воздуха, л/м³ – по табл. 36; $V_{\text{п}}$ – пустотность крупного заполнителя; α , $\Delta\alpha$ – коэффициент раздвижки зерен крупного заполнителя, принимается по табл. 40–42; γ – насыпная плотность крупного заполнителя, т/м³; ρ – средняя плотность зерен крупного заполнителя, т/м³.

Таблица 40

Рекомендуемые значения коэффициентов раздвижки

Пустотность пес-ка	Пустотность щебня							
	0,39	0,41	0,43	0,45	0,47	0,49	0,51	0,53
1	2	3	4	5	6	7	8	9
0,37	<u>1,41</u>	<u>1,37</u>	<u>1,34</u>	<u>1,3</u>	<u>1,26</u>	<u>1,23</u>	<u>1,19</u>	<u>1,15</u>
	1,48	1,45	1,42	1,39	1,36	1,33	1,29	1,23
0,39	<u>1,39</u>	<u>1,35</u>	<u>1,31</u>	<u>1,28</u>	<u>1,24</u>	<u>1,21</u>	<u>1,17</u>	<u>1,14</u>
	1,47	1,44	1,41	1,38	1,34	1,3	1,27	1,23
0,41	<u>1,37</u>	<u>1,33</u>	<u>1,29</u>	<u>1,26</u>	<u>1,22</u>	<u>1,19</u>	<u>1,15</u>	<u>1,12</u>
	1,45	1,42	1,39	1,35	1,32	1,28	1,24	1,21
0,43	<u>1,35</u>	<u>1,31</u>	<u>1,27</u>	<u>1,24</u>	<u>1,2</u>	<u>1,17</u>	<u>1,13</u>	<u>1,1</u>
	1,43	1,39	1,37	1,33	1,3	1,26	1,22	1,19
0,45	<u>1,33</u>	<u>1,29</u>	<u>1,25</u>	<u>1,22</u>	<u>1,18</u>	<u>1,15</u>	<u>1,11</u>	<u>1,08</u>
	1,41	1,37	1,35	1,31	1,28	1,24	1,2	1,17
0,47	<u>1,31</u>	<u>1,27</u>	<u>1,23</u>	<u>1,2</u>	<u>1,16</u>	<u>1,13</u>	<u>1,09</u>	<u>1,06</u>
	1,39	1,35	1,33	1,29	1,26	1,22	1,18	1,15
0,49	<u>1,28</u>	<u>1,25</u>	<u>1,21</u>	<u>1,19</u>	<u>1,14</u>	<u>1,11</u>	<u>1,07</u>	<u>1,04</u>

	1,36	1,33	1,31	1,27	1,24	1,2	1,16	1,13
0,51	<u>1,26</u>	<u>1,23</u>	<u>1,19</u>	<u>1,17</u>	<u>1,12</u>	<u>1,09</u>	<u>1,05</u>	<u>1,02</u>
	1,34	1,31	1,29	1,25	1,22	1,18	1,14	1,11

Коэффициент α в значительной степени определяет удобоукладываемость бетонной смеси и стоимость бетона, в связи, с чем при выполнении расчетов следует принять несколько значений с тем, чтобы установить оптимальное значение α для конкретных материалов.

6. Корректируют расход крупного заполнителя с учетом специальных требований к бетонной смеси и бетону:

для перекачиваемых бетононасосами смесей должно выполняться условие:

$$\frac{Щ(Г)}{\rho} \leq 0,45 \text{ м}^3/\text{м}^3, \quad (16)$$

для бетонов эксплуатируемых в суровых климатических условиях:

$$\frac{Щ(Г)}{\rho} \leq 0,43 \text{ м}^3/\text{м}^3, \quad (17)$$

Таблица 41

Поправка $\Delta\alpha$ к коэффициенту раздвижки по табл. 40

Марка бетонной смеси по удобоукладываемости*	Ж4	Ж3	Ж2	Ж1	П1	П2	П3	П4
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Поправка $\Delta\alpha$	-0,28	-0,22	-0,12	-0,06	+0,05	+0,2	+0,3	+0,36

* ГОСТ 7473-85

Таблица 42

Поправка $\Delta\alpha$ к коэффициенту раздвижки по табл. 40

Расход цемента, кг/м ³	350	400	450	500	550	600
1	2	3	4	5	6	7
Поправка $\Delta\alpha$	0	0,025	0,05	0,075	0,1	0,125

7. Рассчитывают расход мелкого заполнителя $П$, кг/м³, по формуле:

$$П = \left[1000 - \left(\frac{Ц}{\rho_{ц}} + В + \frac{Щ}{\rho_{щ}} + ВВ \right) \right] \cdot \rho_{п}, \quad (18)$$

где $\rho_{ц}$ – истинная плотность цемента, кг/м³; $\rho_{п}$ – истинная плотность песка, кг/дм³.

8. Определяем расход добавок по формуле:

$$Д = Н_{д} \cdot Ц, \quad (19)$$

где $Д$ – расход добавки, кг/м³; $Н_{д}$ – доза добавки, принимается по табл. 34.

При применении добавок в виде водных растворов расход раствора $Д_{р}$, л/м³, определяется по формуле:

$$Д_{р} = \frac{Н_{д} \cdot Ц}{К \cdot \rho} \cdot 100, \quad (20)$$

где $Н_{д}$ – доза добавки, принимается по табл. 34; $Ц$ – расход цемента, кг/м³; $К$ – концентрация раствора добавки, %; ρ – плотность добавки при 20°C, кг/л.

9. Рассчитывают расход материалов на лабораторный замес объемом 6 л, для бетонов дорожных и аэродромных покрытий – 7 л.

Назначение рабочего состава бетона

Рабочий состав бетона с учетом фактической влажности заполнителей и их гранулометрического состава назначается по формулам:

$$П_{р} = П_{н} \cdot \left(1 + \frac{W_{п}}{100} \right); \quad (21)$$

$$Щ_{р} = Щ_{н} \cdot \left(1 + \frac{W_{щ}}{100} \right); \quad (22)$$

$$В_{р} = В_{н} - \frac{П_{н} \cdot W_{п}}{100} - \frac{Щ_{н} \cdot W_{щ}}{100}, \quad (23)$$

где $В_{н}$, $П_{н}$, $Щ_{н}$ – соответственно расход воды, песка и щебня в номинальном составе, кг/м³; $W_{п}$, $W_{щ}$ – соответственно влажность по массе заполнителей, %; $П_{р}$, $Щ_{р}$, $В_{р}$ – соответственно расходы песка, щебня и воды в рабочем составе.

Назначение производственных рабочих дозировок

Назначение дозировки материалов производится по формуле:

$$D_i = V \cdot P_i, \quad (24)$$

где D_i – доза i -го материала на замес, кг; P_i – расход i -го материала на 1 м³ рабочего состава, кг; V – объем замеса, м³.

7.3.5. Бетоносмесительный цех

Приготовление бетонной смеси заключается в дозировании и перемешивании составляющих их материалов. Материалы дозируют по массе или объему: цемент, воду и добавки – с точностью до $\pm 1\%$, заполнители – с точностью $\pm 2\%$. От точности дозирования зависит соответствие фактического состава бетона заданному и постоянство состава в различных замесах. Дозаторы бывают циклического (табл. 43) и непрерывного действия (табл. 44). Первые устанавливают в бетоносмесительных цехах периодического, а последние – непрерывного действия. Продолжительность цикла взвешивания материала обычно составляет 35...45 с.

В автоматических установках все операции по взвешиванию составляющих бетона осуществляются по заданной программе без участия оператора, а в полуавтоматических загрузку и отвешивание материала производят автоматически, выдачу же их в бетоносмеситель – с помощью оператора при дистанционном управлении с центрального пульта. Загрузку материалов прекращают после достижения заданной массы. Открытие и закрытие затворов автоматических дозаторов производят также дистанционно с пульта управления.

Дозаторы для крупных пористых заполнителей следует предусматривать с дозированием материала по объему с соблюдением заданной суммарной массы крупного заполнителя и песка.

При перемешивании бетонной смеси необходимо обеспечить сплошное обволакивание цементным тестом поверхности зерен заполнителя и равномерное распределение раствора в массе крупного заполнителя. В зависимости от вида заполнителей и бетона и характера приготовления применяют различные способы перемешивания составляющих. Перемешивание со свободным падением материалов происходит в медленно вращающихся, чаще

всего наклоняющихся смесительных барабанах, на стенках которых изнутри имеются изогнутые лопасти.

Таблица 43

Технические характеристики автоматических дозаторов циклического действия

Наименование показателей	Для цемента			Для заполнителей			Для жидкости	
	АВДЦ-425М	АВДЦ-1200М	АВДЦ-2400М	АВДИ-425М	АВДИ-1200М	АВДИ-2400М	АВДЖ-425/1200М	АВДЖ-2400М
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Пределы взвешивания, кг	30...150	100...300	100...700	80...600	200...1200	250...1300	20...200	50...500
Вместимость бункера, м	0,18	0,36	0,94	0,36	0,87	0,87	0,21	0,54
Цикл дозирования, с, не более	60	90	90	60	90	90	45	90
Давление в пневмосистеме, МПа	0,5...0,6	0,5...0,6	0,5...0,6	0,5...0,6	0,5...0,6	0,5...0,6	0,5...0,6	0,5...0,6
Габаритные размеры, м								
длина	1,81	1,81	2,85	2,06	2,06	2,06	1,55	1,86
ширина	0,96	0,96	1,12	1,17	1,17	1,17	0,94	1,1
высота	2,07	2,15	2,69	2,66	2,66	2,66	2,1	2,75
Масса, кг	490	505	1070	560	560	650	350	540

Технические характеристики дозаторов непрерывного действия

Наименование показателей	Цемент			Заполнители		
	СБ-71А	СБ-90	СБ-26А	СБ-110	СБ-106	СБ-111
1	2	3	4	5	6	7
Наибольшая крупность материала, мм	-	-	40	70	120	120
Производительность, т/ч	4...25	25...100	8...40	5...50	10...100	2...200
Класс точности	1	1	2,5	2	2	2
Мощность двигателя, кВт	1,18	3,5	0,6	0,6	1,6	1,6
Габаритные размеры, м	2×1,02 ×1,46	2,51×1,27 ×1,71	1,37×1,04 ×0,66	1,72×1,20 ×0,91	2,67×2,1 ×1,49	2,67×2,15 ×1,49
Масса, кг	960	340	340	520	340	480

Перемешивание со свободным падением применяют для подвижных бетонных смесей с крупными заполнителями из плотных пород. Этот простой и экономичный способ, однако, для жестких бетонных смесей непригоден, так как не обеспечивает достаточной однородности смеси даже при увеличении продолжительности перемешивания. Перемешивание в смесителях принудительного действия осуществляется с помощью вращающихся лопастей, насаженных на горизонтальные или вертикальные валы. В этих случаях перемешивание материалов происходит по более сложным траекториям, что повышает однородность бетона. Эти смесители применяют для малоподвижных и жестких бетонных смесей, для бетонов мелкозернистых и с легкими пористыми заполнителями.

При принудительном перемешивании необходимо преодоление трения между перемешиваемыми частицами смеси, для чего требуются дополнительные электрические мощности; смесители более сложны в конструктивном отношении.

Смесители бывают периодического (циклического) и непрерывного действия. К первым относятся противоточные лопастные смесители, а ко вторым – одно – и двухвальные смесители. Эффективно применение турбулентных смесителей с неподвижной чашей и лопастями, вращающимися на осевом валу, а также смесителей с барабаном, вращающимся на центральном валу, и лопастями, вращающимися в барабане вокруг своих осей.

На заводах сборного железобетона следует использовать стационарные бетоносмесители периодического действия со свободным падением (гравитационные) и с принудительным перемешиванием материалов (табл. 45).

Выбор марки бетоносмесителей следует производить с учетом их основных характеристик: объема готового замеса в уплотненном состоянии, количества замесов в час, способа перемешивания, предельной крупности заполнителей и др. Бетоносмесители обеспечивают приготовление бетонных смесей с уплотнением объема замеса на $\pm 10\%$. Контроль качества перемешивания (по ГОСТ 16349) производят при приготовлении подвижной и жесткой бетонной смеси с двумя расходами цемента. При этом готовится по три замеса для каждого состава и формируются образцы-кубы, которые испытывают на прочность по ГОСТ 10180. Качество перемешивания оценивают по показателю изменчивости прочности, который для каждой серии образцов одного состава из трех замесов не должен превышать 10%.

Для приготовления керамзитобетона целесообразно применять специальные смесительные машины, в которых в процессе перемешивания происходит частичное дробление и истирание крупных фракций керамзита. Эти смесительные машины (СМ-806 и СМ-949) позволяют одновременно готовить до 1200...1500 л керамзитобетонной смеси.

Подающиеся сверху составляющие, перемещаясь вдоль смесителя, перемешиваются и непрерывно выгружаются с его торцевой стороны.

Таблица 45

Техническая характеристика бетоносмесителей для заводов сборного железобетона

Наименование показателей	Гравитационные смесители					Смесители принудительного действия			
	СБ-101	СБ-30Б	СБ-16Б	СБ-10В	СБ-103	СБ-80	СБ-35	СБ-79	СБ-138
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Объем готового замеса, л	65	165	330	800	2000	165	375	500	1000
Вместимость по загрузке, л	100	250	500	1200	3000	250	550	750	1500
Число циклов при приготовлении, цикл/ч:	Не лимитируется из-за ручного управления					Ручная загрузка			
бетонной смеси			30	20	20		40		45
раствора							30		20
Наибольшая крупность заполнителя, мм	40	70	-	120		40	70		70
Частота вращения барабана, мин ⁻¹	27	20	18	17	12,6	31	32	26	22,6
Мощность электродвигателя, кВт	0,75	1,1	4	13	22	5,5	13	30	40
Габаритные размеры, мм:									
длина	1,45	1,91	2,55	3,22	2,5	1,91	2,2	2,6	3,58
ширина	1,06	1,59	2,02	2,81	4,1	1,55	1,97	2,37	3
высота	1,27	2,28	2,85	2,52	3,33	2,07	1,08	2,56	1,67

Масса, кг	213	800	1900	3900	7600	1170	2000	3500	4700
-----------	-----	-----	------	------	------	------	------	------	------

Таблица 46

Технические характеристики бетоносмесительных установок и цехов

Наименование установок	Шифр проекта	Производительность		Установленная мощность дви- гателя, кВт	Численность работающих	Площадь в плане, м ²	Высота, м
		м ³ /ч	тыс. м ³ /год				
1	2	3	4	5	6	7	8
Типовые секции (высотные):							
унифицированная с двумя бетоносмесителями 1200 или 1500 л	409-28-23/74	48	160	153	6	108	31,6; 24,5
автоматизированная с двумя смесителями 500 или 750 л	409-28-30	20; 25	70; 92	83	6	72	26,6; 21,1
Высотные автоматизированные установки:							
инвентарная с двумя смесителями 1200 или 1500 л	409-28-28	48; 60	160; 200	175	10	87	25,2
с четырьмя смесителями 1200 или 1500 л	409-28-29	96	320	323	14	159	25,2
Установки для круглосуточной работы:							

автоматизированные непрерывного действия:							
СБ-78	409-28-18	60	248	310	4	1890	8
СБ-75	409-28-26	30	118	94	4	1890	8
Автоматизированные установки со скиповым подъемником и двумя смесителями:							
500 л	409-28-21	20	70	68	4	87	12
250 л	409-28-22	12	40	37	4	72	10,4
Автоматизированные бетоно-смесительные цеха:							
с двумя бетоносмесителями 1500 л (схема высотная)	409-28-38	60	118	157	6	450	31,2
с четырьмя бетоносмесителями 1500 л (схема высотная)	409-28-39	120	237	478	8	490	23,1

На основе рассмотренных бетоносмесителей созданы бетоносмесительные установки и заводы периодического и непрерывного действия. При проектировании заводской технологии изготовления изделий, приготовление бетона следует предусматривать только на бетоносмесительных установках и цехах (табл. 46).

Годовая производительность ($\text{м}^3/\text{ч}$) бетоносмесительного узла:

$$Q_{\Gamma} = Q_{\text{ч}} T_{\text{см}} N T_{\text{ф}}, \quad (25)$$

где $Q_{\text{ч}}$ – часовая производительность бетоносмесителя, м^3 ; $T_{\text{см}}$ – время работы в смену, ч; N – количество смен; $T_{\text{ф}}$ – годовой фонд времени работы оборудования, сут.

Часовая производительность ($\text{м}^3/\text{ч}$) бетоносмесительной установки:

$$Q_{\text{ч}} = \frac{V n_3 k_{\text{в}} k_{\text{н}} m}{1000}, \quad (26)$$

где V – объем смесительного барабана, л; n_3 – число замесов в час; $k_{\text{в}}$ – коэффициент использования времени, $k_{\text{в}} = 0,91$; $k_{\text{н}}$ – коэффициент неравномерности выдачи и потребления бетонной смеси, $k_{\text{н}} = 0,8$; m – коэффициент выхода бетонной смеси, $m = 0,65 \dots 0,75$.

Для расчетов бетоносмесительных узлов принимают следующее число замесов в час смесителей емкостью 325 л и выше: для бетоносмесителей принудительного перемешивания – 20, бетоносмесителей свободного падения при приготовлении пластичных смесей – 30, то же, при приготовлении жестких смесей – 15, растворосмесителей – 30.

Коэффициент выхода бетонной смеси следует принимать: для тяжелых и конструкционных легких бетонов – 0,67, растворов – 0,8; теплоизоляционных бетонов на легких заполнителях – 0,75.

7.3.6. Арматурный цех

Железобетонные изделия и конструкции армируют сварными арматурными элементами в виде сеток, а также плоских и пространственных каркасов. Эти элементы образуют основную – рабочую, распределительную и монтажную – арматуру изделий. Вспомогательной арматурой являются пет-

ли, крюки, используемые при транспортировании и монтаже конструкций, фиксаторы для удерживания арматуры в проектном положении в процессе бетонирования, закладные металлические детали для замоноличивания и крепления сборных конструкций.

Для уменьшения затрат труда на непосредственное армирование конструкций необходимо, чтобы арматурные элементы имели наибольшую степень готовности, были возможно более крупнее и не требовали каких-либо дополнительных операций по укрупнительной сборке на месте. Лучше всего на каждое изделие применять один укрупненный арматурный каркас, включающий не только основную, но и вспомогательную арматуру, т.е. приваренные петли, крюки, закладные детали и пр. В этом случае операция армирования сводится к установке готового каркаса в форму и его закрепления на время бетонирования.

Изготовление арматуры на заводах железобетонных изделий осуществляется в арматурном цехе на поточных технологических линиях, оборудованных высокопроизводительными сварочными и другими машинами. Процесс изготовления должен строиться по принципу единого технологического потока от подготовки арматурной стали до получения готового изделия по возможности без промежуточных перевалочных операций и межоперационного хранения заготовок и полуфабрикатов. Все это способствует значительному снижению затрат труда на вспомогательные операции.

Арматурные каркасы и сетки изготавливают в соответствии с рабочими чертежами, в которых указывают класс, марку стали, длину стержней, их диаметр и количество, шаг стержней в продольном и поперечном направлениях, места приварки закладных деталей, монтажных петель и пр.

Производство арматурных изделий предусматривает организацию хранения арматурной стали на складах. Склады арматурной стали должны быть крытыми и оборудованы крановыми эстакадами, примыкающими к арматурному цеху. Высокопрочную проволоку и изделия из нее хранят в закрытых

помещениях. Арматурную сталь размещают на складе завода по маркам, профилям, диаметрам и партиям.

Площадь для складирования арматуры и металла:

$$A = \frac{Q_{\text{сут}} T_{\text{хр}} k_1}{m}, \quad (27)$$

где $Q_{\text{сут}}$ – суточная потребность с учетом 4% потерь, т; $T_{\text{хр}}$ – срок хранения, сут; k_1 – коэффициент, учитывающий проходы при хранении стали на стеллажах и в закрытых складах, $k_1 = 2,5$; m – масса стали размещаемой на складе, т/м².

Нормы для расчета складов арматуры:

Запас арматурной стали на складе, сут	20...25
Масса стали, размещаемой на складе, т/м ²	
- бухты	1,2
- прутковая сталь	3,2
- швеллеры, двутавры	1,0
- уголки	2,5
Коэффициент, учитывающий проходы при хранении стали на стеллажах и в закрытых складах	2,5

Транспортирование арматурной стали со склада в арматурные цеха, а из них в формовочные цеха или на склад полуфабрикатов осуществляется с помощью электро- или автокар. Внутрицеховую доставку арматурной стали, заготовок и готовых арматурных элементов производят мостовыми кранами, тельферами, авто- и электрокарами, электрическими и ручными тележками.

Компоновка арматурных цехов определяется видами выпускаемых изделий и их сложностью. В зависимости от типа арматурного цеха определяют и его расположение по отношению к формовочному цеху – в одном блоке с формовочным цехом или в отдельном корпусе. Если завод имеет ограниченную номенклатуру изделий не превышающую 10 типоразмеров, то целесообразнее располагать арматурный цех вместе с формовочным в одном блоке. При большой номенклатуре, как это имеет место на заводах, предназна-

ченных для выполнения заказов промышленных и гражданских сооружений, арматурный цех целесообразно размещать в отдельном корпусе.

Сблокированный с формовочным цехом арматурный цех имеет три схемы планировки оборудования. Первая схема – оборудование - размещается впереди формовочных агрегатов, в тех же пролетах, а при второй схеме – параллельно формовочному цеху, в отдельном пролете и чаще в отдельном поперечном пролете, примыкающем к торцам формовочного пролета. Третья схема позволяет устанавливать оборудование по технологическому потоку и исключает встречные движения арматурных заготовок, что не всегда достигается в первой схеме.

Арматурный цех состоит из отделения заготовки, сварки, укрупнительной сборки и изготовления закладных деталей. В этих отделениях выполняются следующие основные операции: правка, резка, гнутье и стыковая сварки (заготовка); сварка плоских каркасов и сеток; гнутье сеток и каркасов; укрупнительная сборка объемных каркасов; изготовление и металлизация закладных деталей; доработка (приварка усиливающих стержней и закладных деталей, вырубка отдельных стержней для образования отверстий в сетках и др.).

В соответствии с необходимыми процессами подбирают и компонуют оборудование арматурного цеха. В состав оборудования входят: 1) станки для правки и резки арматурной стали, совмещающие все операции по очистке, правке и резке арматурной стали и ее упрочнению путем волочения; станки для электротермического упрочнения стали; 2) станки для резки стержневой арматуры – приводные ножницы или комбинированные пресс-ножницы; 3) станки для гибки отдельных стержней арматуры и плоских сеток; 4) сварочное оборудование – сварочные дуговые аппараты, стыковые, точечные и многоточечные машины.

Так как изготовление арматуры в цехе ведут несколькими потоками, то и расстановку оборудования в цехе производят (соответственно потокам) поточными механизированными линиями. Машины и агрегаты поточной линии

устанавливают в строгой последовательности технологического процесса. Одна поточная линия создается для изготовления легких арматурных сеток, вторая – для тяжелой арматуры. Между поточными линиями вдоль цеха располагают транспортный проезд шириной при транспортировании арматуры вагонетками 3,0...3,5 м кран-балками и 2,0...2,5 м электротельферами.

7.3.7. Конструктивный анализ базового изделия

Конструктивный анализ базового изделия проекта выполняется на основании технологической карты на производство изделия и его рабочих чертежей, в соответствии с заданием. Проверочному расчету подлежат один-два элемента изделия.

При проектировании достаточно сложных конструкций допускается применение упрощенных статистических расчетов, приближенных методов расчета, готовых расчетных формул из справочной литературы. При проверочном расчете конструкций следует использовать ПЭВМ.

Конструирование железобетонных элементов выполняется в графической части проекта, расчеты приводятся в пояснительной записке, которая должна содержать:

- краткое изложение и соответствующее обоснование общих данных о базовом изделии, ее назначение, особенности и т.п.;
- данные о действующих постоянных и временных нагрузках (нормативных и расчетных), включая производственные нагрузки и нагрузки от оборудования;
- характеристику материалов для изготовления базового изделия;
- расчет с соответствующими расчетными схемами, формулами, таблицами нагрузок, эпюрами действующих усилий, эскизами элементов с пояснениями хода вычислений с расчетными формулами;
- подбор сечений элементов;
- эскизы рассчитанных конструкций.

В некоторых случаях при проектировании сложных конструкций может быть выполнен расчет конструкции на монтажные нагрузки.

В графической части приводятся: опалубочные чертежи, чертежи армирования, отдельных арматурных элементов со спецификацией, закладных деталей, отдельные узлы, в масштабе 1:5 – 1:100. В графической части также должна быть приведена выборка стали на одно изделие в виде таблицы установленной формы.

7.3.8. Склады цемента и заполнителей

Склады цемента и заполнителей являются необходимой частью заводов сборного железобетона. При проектировании складов цемента необходимо предусматривать раздельное хранение цемента по видам и маркам. С целью предотвращения снижения активности цемента при длительном хранении должна быть предусмотрена возможность его перекачки. По конструкции склады цемента могут быть бункерными, силосными и закромными. Бункерные склады (обычно емкостью до 250...1000 т) состоят из ряда емкостей круглой, квадратной или прямоугольной формы в плане. Для заполнения бункеров цементом предусматривают механические и пневматические разгрузчики, а для загрузки – шнеки и аэрожелоба. Бункерные склады имеют низкий коэффициент использования площадки и малую степень механизации и автоматизации производственных процессов. На современных заводах железобетонных изделий, как правило, проектируют силосные склады.

В настоящее время разработаны типовые проекты силосных складов вместимостью 400, 600, 3000, 6000 и 12000 т (табл. 47). Емкость склада цемента должна назначаться с учетом мощности завода и принятого расчетного запаса, который устанавливается в зависимости от дальности и условий доставки цемента на склад.

Таблица 47

Характеристика механизированных силосных складов цемента

Наименование показателей	Вместимость складов, т			
	1100	1700	2000	4000
1	2	3	4	5
Годовой грузооборот, тыс. т	54,4	81,6	48	96

Установленная мощность электродвигателей, кВт	144	192	204	208,4
Состав работающих, чел.	5	5	7	6
Удельный расход сжатого воздуха, м ³ /т	-	-	2,72	2,25

Общая компоновка склада цемента в составе завода железобетонных изделий должна предусматривать примыкание к нему внешних транспортных путей сообщения, а также необходимую площадь для выполнения разгрузочных и маневровых работ. Силосы цементного склада проектируют металлическими или железобетонными. Последние получили наибольшее распространение, так как долговечны, влагонепроницаемы, огнестойки и экономичны.

Цемент на завод должен поступать в железнодорожных вагонах бункерного типа, разгружающихся гравитационным способом в приемные устройства, находящиеся ниже уровня земли; в железнодорожных вагонах цементовозах; автоцементовозах, разгружаемых пневматическим способом, а также в обычных крытых железнодорожных вагонах, из которых цемент выгружается с помощью всасывающих устройств. Применение цементовозов-цистерн весьма целесообразно, так как освобождает от необходимости заглублять в землю приемные устройства; пневматическая разгрузка позволяет передавать цемент сразу в силосы склада на расстояние по горизонтали до 50 м и на высоту до 25 м. Для выгрузки цемента из обычных крытых железнодорожных вагонов следует предусматривать пневматические разгрузчики всасывающего действия, так называемые вакуум-разгрузчики, во всасывающем сопле которых поддерживается разрежение, создаваемое мощным вакуум-насосом.

Транспортные операции на складе цемента производят в два этапа: транспортирование для загрузки силосов и транспортирование со склада в расходные бункера смесительного отделения завода. В ряде случаев часть поступающего цемента может подаваться с места выгрузки непосредственно в расходные бункера, минуя силосы склада.

При доставке цемента в цементовозах с пневмовыгрузкой материал из вагона может подаваться непосредственно в силосы цементного склада или в расходные бункера смесительного отделения, минуя приемные устройства.

В настоящее время достаточно широко применяются аэрационно-пневматический способ транспортирования цемента, который более экономичен, так как позволяет в несколько раз снизить расход воздуха и удельный расход электроэнергии и повысить КПД установки. Целесообразно применение аэрационно-пневматических подъемников непрерывного действия - эрлифтов, состоящих из приемного бункера, быстроходного винта, смесительной камеры, электродвигателя и цементовоза. Цемент из бункера напорным шнеком подается в верхнюю часть смесительной камеры, разделенной по высоте на две части воздухопроницаемой перегородкой из пористой многослойной ткани. В нижнюю часть камеры одновременно подается сжатый воздух под давлением 0,2...0,3 МПа. Цемент аэрируется, приобретает хорошую подвижность и в виде цементно-воздушной пульпы поступает в транспортный трубопровод. Производительность эрлифтов составляет обычно 30...100 т/ч. Высота подъема цемента до 25...30 м, а дальность транспортирования по горизонтали – до 200 м. Для транспорта цемента по горизонтали (с уклоном 4...6°) могут предусматриваться аэрационные желоба. Работа аэрожелобов основана на высокой текучести порошкообразных материалов при непрерывном насыщении их сжатым воздухом.

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

Тип склада заполнителей и их запас, а также применяемое оборудование должны обеспечить бесперебойную работу завода в течение всего года. Хранение заполнителей на складе производится по видам, фракциям и сор-

там в отдельных емкостях или путем устройства разделительных стенок. Крупным недостатком открытых складов является увлажнение и засорение материала посторонними примесями. Помимо этого, недостатком штабельного хранения заполнителей является использование на складе для перемещения материала бульдозеров на гусеничном ходу, которые измельчают куски крупного заполнителя и загрязняют его. Штабельные склады отличаются малым использованием объема склада (всего 15...25%). У полубункерных силосных складов эти показатели значительно выше (в полубункерном складе до 75%, а в силосно-кольцевом до 90%). Кроме того, у складов закрытого типа меньше удельные капиталовложения, теплотери, расход топлива на подогрев и размораживание заполнителей и более низкая себестоимость переработки 1 м³ заполнителя. Поэтому при проектировании новых заводов целесообразнее предусматривать полубункерные и силосно-кольцевые склады заполнителей закрытого типа. Закрытые полубункерные склады имеют наибольшее распространение в заводских условиях.

В настоящее время разработаны проекты складов заполнителей открытого и закрытого типов. Потребность в материалах для завода сборного железобетона определяется на основе подбора состава бетона, наличия объема и номенклатуры продукции, надлежащей выпуску. При этом исходными данными для определения емкости склада являются расходы цемента и заполнителей в год, сутки, час (табл. 48). Потребность в цементе может также назначаться по типовым нормам расхода цемента с учетом поправочных коэффициентов, учитывающих плотность заполнителей (при использовании легких заполнителей), процент заполнения емкости для хранения цемента (0,9), а также возможные потери цемента в процессе погрузочно-разгрузочных работ (2%) и в процессе приготовления бетона (1,5%).

Таблица 48

Примерные расходы заполнителей на 1м³ бетонной смеси для проектирования складов заполнителей

Виды бетона и раствора	Расход заполнителей на 1 м ³ бетонной сме-
------------------------	---

	си, м ³	
	песка	гравия (щебня)
1	2	3
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 и плотных	0,30	1,10
без песка (поризованные)	-	1,20
конструкционные	0,55	0,80
Растворы	1,10	-

Вместимость склада заполнителей (м³):

$$V_z = Q_{\text{сут}} T_{\text{хр}} \cdot 1,2 \cdot 1,02, \quad (28)$$

где $Q_{\text{сут}}$ – суточный расход материалов, м³; $T_{\text{хр}}$ – нормативный запас хранения материалов, сут; 1,2 – коэффициент разрыхления; 1,02 – коэффициент учитывающий потери при транспортировке.

Нормативный запас материалов на складе заполнителей принимают при поступлении автотранспортом 5...7 сут, железнодорожным транспортом – 7...10 сут. Наименьшее число отсеков для хранения заполнителей: для песка – 2; для крупного заполнителя – 4. Максимальная высота штабеля при свободном падении материалов – 12 м, а при складировании мелких заполнителей – 15 м.

Общая площадь (м²) склада заполнителей:

$$A_{\text{скл}} = A_{\text{п}} k_{\text{п}}, \quad (29)$$

где $A_{\text{п}}$ – полезная площадь склада, равная суммарной площади всех штабелей, м²; $k_{\text{п}}$ – коэффициент увеличения площади склада для устройства проездов и проходов и т.п., $k_{\text{п}} = 1,4 \dots 1,5$.

Расчетная вместимость (м^3) склада цемента:

$$V_{\text{ц}} = \frac{Q_{\text{сут}} T_{\text{хр}}}{0,9}, \quad (30)$$

где $Q_{\text{сут}}$ – суточный расход цемента, определяют с учетом потерь бетона при транспортировании и приготовлении бетона, т; $T_{\text{хр}}$ – нормативный запас хранения цемента, $T_{\text{хр}} = 7 \dots 10$ сут.

Количество емкостей для хранения цемента на заводах не менее 4 шт., а коэффициент заполнения емкостей – не менее 0,9.

7.3.9. Склады готовой продукции

Склады готовой продукции на предприятиях железобетонных изделий предназначены для приема и хранения, принятых отделом технического контроля изделий до отгрузки их потребителю по железной дороге или автотранспортом. В теплое время года склад используют для выдерживания железобетонных изделий с целью ускорения оборачиваемости пропарочных камер и форм. В некоторых случаях на складе ведут укрупнительную сборку составных конструкций (например, ферм), осматривают изделия и устраняют мелкие дефекты и повреждения.

Как правило, склад готовой продукции представляет собой открытую прямоугольную площадку, оборудованную подъемно-транспортными механизмами. На стационарных заводах сборного железобетона складская площадка имеет обычно бетонное покрытие, а на временных – шлаковое или гравийное. Прочность основания и покрытия рассчитывают на нагрузку от штабелей изделий с учетом допускаемого давления на грунт. Для хранения изделий, например из ячеистого бетона, над складом устраивают легкие покрытия. Из цеха на склад изделий подают самоходными тележками (электрокарами, кран-балками, электротельферами, рольгангами, вагонетками).

Для выполнения всех погрузочно-разгрузочных и складских операций применяют следующие виды кранов: 1) мостовые, обладающие высокой маневренностью и удобные в управлении, грузоподъемностью до 30 т; 2) порталные (козловые) трех разновидностей: без консолей, одноконсольные,

двухконсольные; 3) башенные самоходные полноповоротные для обслуживания полигонов, так как легко перебазируются; применяют их и на небольших постоянно действующих предприятиях сборного железобетона; 4) автокраны и автопогрузчики, используемые на складах небольших временных предприятий.

В состав склада в зависимости от его назначения входят сборно-разборные деревянные и металлические кассеты для хранения в них в вертикальном или слегка наклонном положении крупноразмерных панелей, кондукторы для индивидуального или группового хранения и укрупнительной сборки железобетонных изделий, инвентарные подкладки и прокладки, кантователи, траверсы, такелаж, роликовые лапы и трапы, ручные скаты.

Площадь (м^2) склада готовой продукции:

$$A = \frac{Q_{\text{сут}} T_{\text{хр}} k_1 k_2}{Q_{\text{н}}}, \quad (31)$$

где $Q_{\text{сут}}$ – количество изделий, поступающих в сутки, м^3 ; $T_{\text{хр}}$ – продолжительность хранения изделий, сут; $Q_{\text{н}}$ – нормативный объем изделий, допускаемый для хранения на 1 м^2 площади, м^3 ; k_1 – коэффициент, учитывающий увеличение площади склада на проходы, $k_1 = 1,5$; k_2 – коэффициент, учитывающий увеличение площади склада в зависимости от типа крана, $k_2 = 1,3 \dots 1,7$.

Вместимость (м^3) склада:

$$V_{\text{скл}} = V_{\text{сут}} t_{\text{хр}}, \quad (32)$$

В соответствии с нормами технологического проектирования для складов заводов сборного железобетона следует принимать: продолжительность хранения изделий на 1 м^2 площади склада для ребристых панелей, ферм, балок покрытий и других конструкций сложного профиля – $0,5 \text{ м}^3$, для пустотных панелей, колонн и других линейных элементов – 1 м^3 ; коэффициент, учитывающий потери площади за счет наличия кранов; мостовых – $1,3$; башенных – $1,5$, козловых – $1,7$; коэффициент, учитывающий проходы между штабелями изделий – $1,5$.

Каждое изделие при хранении должно опираться на деревянные инвентарные подкладки и прокладки. Нижний ряд изделий укладывают на подкладки, последующие ряды – на прокладки. Укладка одних железобетонных изделий на другие без деревянных прокладок не допускается. Подкладки и прокладки должны быть одинаковой длины, следует располагать их по вертикали строго одну над другой. При хранении изделий в горизонтальном положении нижний ряд следует укладывать на подкладки сечением 15×15, 10×10 см. Последующие ряды сборных железобетонных изделий укладывают на деревянные прокладки сечением не менее 6×4 см. Особое внимание должно быть уделено устойчивому и правильному положению подкладок под нижним рядом штабеля, которые располагают на выровненном и очищенном основании. Сборные железобетонные элементы хранят в штабелях по следующим схемам. Для колонн одноэтажных промышленных зданий с мостовыми кранами ширину штабеля рекомендуется назначать из расчета размещения в одном ярусе только двух колонн, поскольку такие колонны имеют большую массу и высоту штабеля при бетонном основании склада до 2...3 рядов. Общая высота штабеля должна быть 1,85 м, расстояние подкладок и прокладок от торца штабеля – не более 1,2 м.

Плиты покрытий предварительно напряженные для промышленных зданий укладывают в штабеля плашмя (в рабочее положение) до 5...6 рядов, подкладки и прокладки располагают на расстоянии 50 см от торца штабеля. Балки покрытий складывают в рабочем положении в специальных кассетах с вертикальными стойками на шесть изделий, позволяющими удерживать балки в положении «на ребро».

Стеновые панели хранят в вертикальном положении в секциях на подкладках из досок монтажными петлями вверх: высота укладки равна высоте панели.

При раскладке сборных элементов на складе необходимо соблюдать следующие требования: 1) во всех случаях железобетонные изделия и конструкции по возможности следует хранить в таком положении, в котором они

предназначены воспринимать нагрузки в зданиях и сооружениях; 2) железобетонные конструкции размещают так, чтобы их заводская маркировка легко читалась со стороны прохода или проезда, а монтажные петли изделий, уложенные в штабеля, были обращены кверху; 3) все места складирования сборных деталей должны иметь свободные подъезды и проходы; 4) запрещается складировать элементы конструкций и детали на крановых путях, а также между стенами сооружений и путями.

Отгрузку со штабеля ведут, начиная с его верха, не нарушая устойчивости штабеля, плавно, без рывков, толчков и ударов, боковых подтягиваний и т.п. Запрещается находиться под грузом на весу и перемещать изделия над кабиной шофера. Необходимо предохранять лицевые поверхности от повреждений или загрязнения и обеспечивать сохранность изделий. В зимнее время не допускается укладка блоков, плит и других деталей на подкладки и прокладки, покрытые льдом. Все железобетонные изделия во избежание образования наледи необходимо периодически очищать от снега и покрывать толем или щитами. В жаркое время года рекомендуется производить поливку бетонных и железобетонных деталей не реже двух раз в сутки (в утренние и вечерние часы) и покрывать изделия рогожей (на протяжении одной недели после их изготовления). Для поливки изделий водой на складе должны быть предусмотрены поливные краны.

Складская площадка имеет 1...2 %-ные уклоны в сторону ее внешнего контура для стока поверхностных вод с устройством кюветов и водоотводных канав, чтобы обеспечить бесперебойную работу склада в любую погоду. Предельные расстояния между штабелями изделий принимают из условия свободной укладки и подъема изделий в штабеля без порчи (скола) их граней – 20 см, а через каждые два штабеля – проходы 0,7...1,0 м и один центральный проход 1,5 м. На складах пролетом 30 м делается два центральных прохода. При использовании на складе мостовых кранов автомобильные дороги и железнодорожный путь устраивают перпендикулярно пути движения крана. Для безопасного движения машин и свободного прохода, рабочих необ-

ходимо предусматривать проход не менее 1 м между штабелями изделий и транспортом. Дороги от складов готовой продукции, откуда отгружают изделия автотранспортом, примыкают к основным магистралям и внутренним проездам. Участки, опасные для автомобильного или пешеходного движения, ограждают или обозначают предупредительными надписями и сигналами, заметными в темноте. В необходимых местах должны быть указатели выезда, въезда, разворотов, поворотов и т.д.

Площадку склада, включая все внутрискладские дороги, проходы и подъезды освещают по нормам минимальной освещенности. К складу подводят линии электроснабжения (для силовой и осветительной нагрузки), водоснабжения (для поливки изделий и территории склада), телефонной и диспетчерской связи с цехами и отделами предприятия, сигнализации. Электропроводка предусматривает точки примыкания для переносных электроинструментов и электроприборов. Ремонт мостовых кранов осуществляют на специальных площадках.

Склад готовой продукции при приемке изделий работает с той же сменностью, что и основные цеха, т.е. в две смены, а на отгрузке железнодорожным транспортом – круглосуточно, без выходных дней.

7.4. Теплотехническая часть

По согласованию с основным руководителем проекта и консультантом по разделу, в проекте разрабатывается одна из установок для тепловлажностной обработки, составляется тепловой баланс этой установки и определяется расход пара на тепловую обработку базового изделия. Пояснительная записка по этому разделу должна содержать основные расчеты и обоснования принятых решений.

7.4.1. Тепловлажностная обработка бетонов

Тепловлажностная обработка изделий, отформованных из бетонных смесей на цементном или смешанном вяжущем, осуществляется с целью сокращения продолжительности твердения бетонов и быстрее достижения ими требуемой прочности. В результате применения тепловлажностной об-

работки увеличивается обрачиваемость форм, повышается выпуск изделий с 1 м² заводской площади и лучше используются основной и оборотный капиталы завода.

В случае же применения смесей на бесклнкерном вяжущем тепловлажностная обработка осуществляется преимущественно при высоком давлении и обеспечивает получение цементирующего вещества высокой прочности непосредственно в объеме изделия из материалов, не проявляющих гидравлической активности при нормальной температуре. К таким смесям относятся известково-песчаные, известково-шлаковые, известково-золевые и т.п. Бетоны на известково-шлаковых вяжущих хорошей активности эффективно твердеют и при обычном пропаривании.

Тепловлажностная обработка при высоком давлении изделий из ячеистобетонной или ячеистосиликатной массы дает возможность получить продукцию, имеющую значительно меньшую усадку при высыхании, а также менее способную к трещинообразованию при эксплуатации, чем изделия, твердевшие с тепловлажностной обработкой, но при атмосферном давлении.

При назначении тепловой обработки следует иметь в виду, что для каждого вида вяжущего, водоцементного отношения, условий продвижения теплового фронта и жидкой фазы имеются свои благоприятные условия ее проведения.

О том, какой вид цемента рекомендуется применять при различных способах производства и режимах твердения, можно ознакомиться в нормах технологического проектирования.

При составлении дипломного проекта, прежде чем принять тот или иной способ тепловой обработки и конструкцию агрегатов и устройств для этой цели, производится предварительное технико-экономическое обоснование выбора того или иного устройства.

7.4.2. Агрегаты и устройства для ускорения твердения бетона

Ямные камеры наиболее распространены на заводах с поточно-агрегатной технологией производства. Большое значение имеет соблюдение

высокой относительной влажности среды и равномерности распределения температур по высоте камеры.

Безнапорная камера пропаривания проф. Л.А. Семенова отличается от обычных тем, что она имеет обратную трубу, через которую внутреннее пространство камеры постоянно сообщается с внешней атмосферой. Схема устройства обычной и безнапорной ямных камер пропаривания представлены на рис. 5.

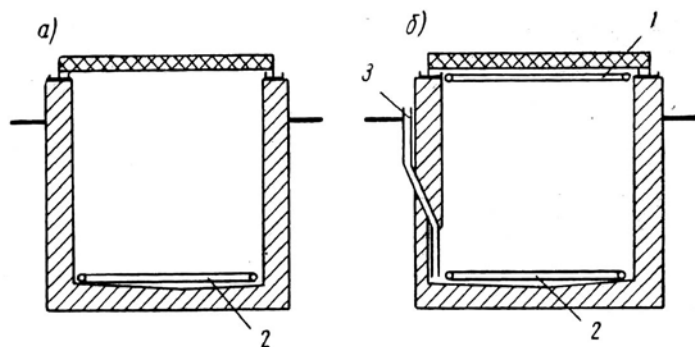


Рис. 5. Схема устройства ямных камер пропаривания:

а – обычная; б – безнапорная;

1 – верхние перфорированные трубы; 2 – нижние перфорированные трубы; 3 – обратная труба

При пропаривании необходимо увеличить интенсивность конденсации водяных паров из парогазовой среды на поверхность изделий, что прежде всего достигается уменьшением содержания воздуха в этой среде. Проф. А.А. Вознесенский в связи с этим предложил конструкцию пропарочной камеры с интенсивной циркуляцией греющей среды. Один из возможных вариантов такой камеры изображен на рис. 6. Сущность предложенной камеры заключается в том, что для интенсификации нагрева помещенных в ямную камеру изделий, подача в нее насыщенного, а лучше даже перегретого пара производится специальными эжектирующими соплами диаметром 12 – 25 мм, расположенными у стенок камеры на 0,6 – 0,7 полной ее высоты с шагом от 500 до 1000 мм. Располагают эти сопла так, чтобы струя пара давлением более 2,5 – 3 атм. была направлена вниз, а при двустороннем расположении сопел – у одной стенки вниз, а у другой вверх камеры.

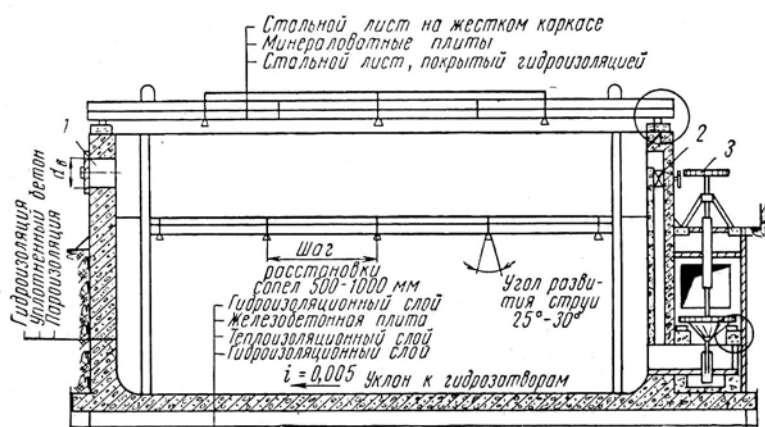


Рис. 6. Продольный разрез камеры с интенсивной циркуляцией среды:

1 – окно с плотной дверцей для подсоса охлаждающего воздуха; 2 - дополнительная заслонка для быстрого отсоса верхнего слоя среды; 3 – краник отсоса паровоздушной среды для пропуска ее со скоростью 5 – 10 м/сек

Камера имеет специальные каналы для отсоса паровоздушной среды вентилятором в момент охлаждения и для подсоса охлаждающего воздуха, а также гидрозатвор, образуемый опусканием в водяную ванну швеллера двойного ребра крышки. Укладку изделий в камере производят с образованием щелей между формой и полом в 20 – 30 см и между изделиями не менее 50 мм. Предусматривается установка редуктора для создания постоянного давления в 3 – 4 атм и автоматического программного регулятора температуры.

Вертикальные пропарочные камеры. Вертикальные безнапорные Камеры пропаривания предложены Л.А. Семеновым, устраиваются при необходимости ведения процесса тепловлажностной обработки непрерывно. Камера представляет собой шахту с глухими стенками и перекрытием. Внизу ее имеются проемы для загрузки и выгрузки форм-вагонеток. Последние специальными подъемниками подаются под потолок камеры, где перемещаются горизонтально на длину одной формы-вагонетки в зону опускания. Далее, по достижении выгрузочного проема, формы-вагонетки выкатываются наружу. Так как пар поступает через перфорированные трубы, расположенные под потолком, то в верхней части камеры на высоте $H_{из}$ относительная влажность парогазовой среды достигает 99 %, а температура – около 100°C.

Камера заполнена паровоздушной смесью, причем от верха камеры до ее низа температура смеси снижается от 100 до 25°C. По некоторым данным расход пара по расчету составляет 50-80 кг на 1м³ железобетонных изделий.

На рис. 7 приведены поперечные разрезы вертикальной камеры производительностью 31 000 м³ изделий в год, а на рис. 8 – схема пароснабжения.

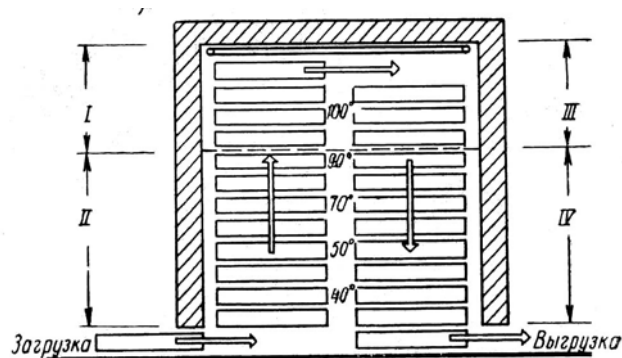


Рис. 7. Схема вертикальной камеры пропаривания

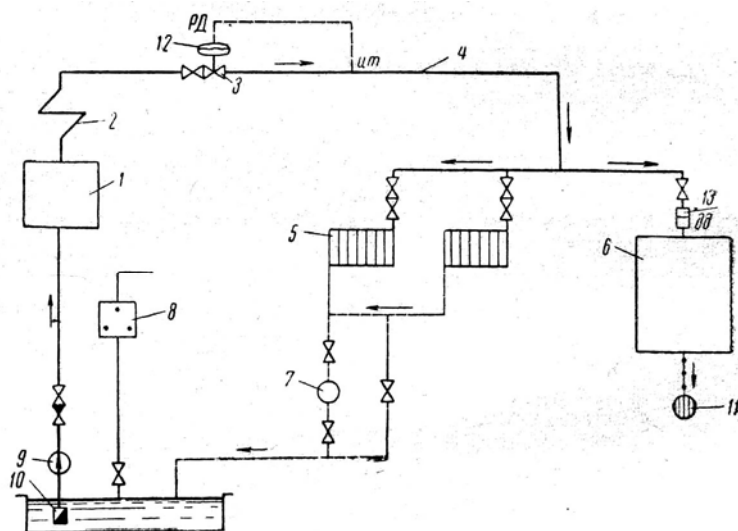


Рис. 8. Схема пароснабжения вертикальной камеры пропаривания:

1 – паровой котел; 2 – пароперегреватель; 3 – редукционный клапан; 4 - паропровод диаметром 125 мм; 5 – обогреватели бытовых помещений; 6 - пропарочная камера; 7 – конденсат; 8 – катионовый водоочиститель; 9 - питательный насос; 10 – сборный бак питательной воды; 11 – сброс конденсата в канализацию; 12 – регулятор давления типа «после себя»; 13 – дроссельная диафрагма

Перекрытие и вертикальные ограждения камеры железобетонные толщиной 0,3 м с пенобетонным слоем толщиной 0,1 м. Пол камеры бетонные толщиной 0,2 м.

Следует иметь в виду, что как показал опыт работы при пропаривании железобетонных изделий в вертикальных камерах (без применения специальных укрытий), при жестких режимах (5 ч) происходят большие деструктивные изменения в бетоне.

Камера состоит из подъемной и снижающей частей, в каждой из которых установлено по два гидроподъемника. Последние, в свою очередь, состоят из следующих основных элементов: стола гидроподъемника, двух направляющих колонн, плунжерного гидроцилиндра, отсекателей, гидроразводки. Стол гидроподъемника представляет собой сварную раму, перемещаемую по вертикали с помощью центрально расположенного плунжерного гидроцилиндра. Движение стола происходит по двум направляющим колоннам.

Отсекатели – тумбы (по 4 на каждом гидроподъемнике) – служат опорами стопе форм. Ненагруженные отсекатели способны откидываться на угол, достаточный для свободного прохода форм между ними снизу вверх или сверху вниз. Перемещение отсекателей обеспечивается гидроцилиндрами.

Перемещение форм из подъемной части в снижающую осуществляется предаточными тележками, каждая с четырьмя консолями, которые служат опорами для лап формы. Привод тележки осуществляется канатом от лебедки, установленной вне камеры. Тележки связаны между собой жесткой тягой.

Цикл начинается с подъема всех четырех столов на полную высоту (1090 мм) при попутном открывании всех отсекателей. Столы форм при движении вверх в снижающей части камеры приподымают формы, лежащие на лапах тележки. Тележки высвобождаются и перемещаются в подъемную часть камеры. Поскольку столы в этой части камеры также подняты, тележки наезжают на верхние формы и останавливаются своими консолями под лапа-

ми этих форм. Теперь закрываются отсекатели в подъемной части камеры, и формы опускаются вниз. При этом верхние формы каждой стопы при опускании столов висят на консолях тележки.

В снижающей части камеры при движении столов вниз отсекатели закрываются после прохода мимо них нижних форм каждой стопы. При дальнейшем опускании столов эти формы остаются на роликах рольганга. Тележка с формами перемещается из подъемной части камеры в снижающую, а формы в этой части камеры, оказываются на рольганге, выкатываются из камеры толкателями линии выгрузки.

Все механизмы камеры работают в автоматическом режиме.

Тепловлажностная обработка изделия в камере осуществляется по заданной программе паром, подаваемым через перфорированный кольцевой трубопровод, расположенный в верхней зоне камеры. В этой зоне на высоте изотермического прогрева создается среда насыщенного пара с температурой около 100°C. Ниже зоны изотермической выдержки камера заполнена паро-воздушной смесью, температура которой у пола составляет 25-30°C.

Таким образом, нижняя часть камеры служит зоной подогрева и остывания изделий. Высота паровой зоны определяется временем нахождения изделий в зоне изотермической выдержки.

Тоннельные пропарочные камеры имеются на ряде заводов с конвейерной технологией и представляют собой горизонтальный тоннель, в котором в 3 и более ярусов движутся вагонетки с изделиями.

Следует отметить, что для стабилизации необходимых величин температур и относительной влажности паро-воздушной среды, в каждом ярусе иногда устанавливают разделительные перегородки, в результате чего каждый ярус представляет собой как бы самостоятельную щелевую камеру.

После формования панелей и нанесения отделочного слоя формы вагонетки при помощи пакетиловщика устанавливаются друг на друга по 3 шт., образуя пакет. Благодаря пакетированию высота пропарочных камер уменьшена по сравнению с обычными почти в два раза.

При выходе из камеры каждая форма-вагонетка с помощью кантователя поворачивается в вертикальное положение для снятия готового изделия.

Щелевые пропарочные камеры. Одноярусную тоннельную камеру малой высоты называют щелевой. Последней оборудуются, например, двухъярусные станы для производства плоских железобетонных изделий из бетонных смесей с осадкой конуса до 5 см.

Тепловлажностная обработка на стане Козлова ведется в щелевой камере, имеющей длину около 60 м. В эту камеру подается пар с температурой 100 – 110 °С. На стане Козлова отформованные изделия подвергаются контактному прогреву с температурой подачи пара 100 – 110 °С.

Продолжительность тепловой обработки изделий из тяжелого бетона составляет 2 ч, легкого – 4 ч, скорость движения формующей ленты в первом случае – 0,5 м/мин, во втором – 0,25 м/мин. При начальной температуре изделия 15 °С через 30 – 40 мин тепловой обработки она достигает 95 – 98 °С. Средний расход пара на 1 м³ тяжелого бетона 360 кг.

Тепловлажностная обработка в кассетах осуществляется путем контактного прогрева бетонной смеси. К каждому отформованному в кассете изделию должны прилегать две разделительные стенки, одна из которых в большинстве случаев имеет паровой отсек. В паровой отсек разделительной стенки кассеты подается пар по бронированным резиновым шлангам.

Продолжительность тепловой обработки зависит от толщины прогреваемого слоя бетона и заданной прочности его. Если температура в бетоне поднимается в течение не более 90 мин до 90 – 100°С, то за 4 – 6 ч тепловой обработки бетон может достичь 70 % прочности от марки. Однако для предотвращения возникновения дефектов на поверхности изделия, образующихся в результате чрезмерно быстрого расширения воздуха и миграции жидкой фазы, нагрев должен быть ограничен до 45°С в час.

Для увеличения оборачиваемости кассетных форм практикуют двухстадийную обработку бетона. Так, первая стадия осуществляется в течение 5 ч в кассетах до достижения бетоном распалубочной прочности 70 – 80

кгс/см². Вторая стадия – в течение 4 – 6 ч в камерах ямных или напольных с пуском или без пуска в них пара, но с тщательной теплоизоляцией камер, для достижения прочности на сжатие 140 кгс/см² (марка бетона 200 кгс/см²).

При двухстадийной тепловой обработке оборачиваемость форм в сутки составляет 2,7 – 3,5 вместо 1,3 – 1,8 при тепловой обработке только в кассетных формах.

Теплоносителем является водяной насыщенный пар, имеющий давление в магистральном трубопроводе 3 – 4 атм. В кассете пар подается под давлением 0,5 атм после прохождения им регулятора давления «после себя». На группу кассет устанавливается предохранительное приспособление с отводом в канализацию при превышении давления выше 0,5 атм. Имеется также возврат конденсата.

В каждом тепловом отсеке кассеты пар подается через перфорированную трубу, расположенную внизу отсека. Конденсат отводится через штуцер, расположенный внизу отсека. Паровой штуцер с паропроводом и конденсатный штуцер с конденсатопроводом соединены паропроводными резино-тканевыми рукавами. Между кассетой и магистральным конденсатопроводом установлен коллектор с датчиками, при помощи которых контролируют и регулируют процесс тепловой обработки.

Термоактивные формы с пакетированием и с использованием различного вида теплоносителя. В этом случае каждое изделие (кроме верхнего) омывается насыщенным паром, находящимся в полостях двух соседних форм. В закрытую полость поддона каждой термоформы подводится пар и отводится конденсат. Пакет из 6 форм может собираться в специальном пакетирующем устройстве. Расход пара на 1 м³ изделий составляет 200 – 300 кг.

Способ ускоренного электропрогрева. Электропрогрев керамзитобетонных изделий осуществляется следующим образом: после укладки бетона в металлическую форму с электроизолированными бортами на верхнюю по-

верхность бетона накладывается щит, являющийся электродом. Поддон формы заземляется.

Более благоприятные результаты получаются при использовании в качестве верхнего электрода арматурной сетки. Во избежание появления паразитных токов, перерасхода электроэнергии и ухудшения качества изделий, не допускается армирование изделий пространственными каркасами.

Скорость разогрева керамзитобетонных панелей при использовании пригрузочного щита-электрода не должна превышать 160°C в час, верхней арматурной сетки – 80°C в час. Продолжительность разогрева должна быть соответственно более 30 мин и более 1 ч. В зависимости от технических условий можно использовать либо пониженное напряжение, либо разогрев бетона до 40°C с последующей выдержкой в обесточенном состоянии около 0,5 ч и последующим разогревом до максимально допустимой температуры 100°C. Продолжительность выдерживания панелей в формах с закрытыми бортами при отключенном напряжении до распалубки обычно составляет 4 – 5 ч.

Метод термосного твердения с предварительным электроподогревом бетонной смеси известен также под названием метода горячего формования. Он заключается в предварительном быстром разогреве бетонной смеси в результате пропускания через нее электрического тока, формования из горячей смеси изделия и последующего выдерживания с укрытием теплоизоляционными материалами или в пакетах, или же при подведении дополнительного тепла. Большое влияние на качество изделий оказывает равномерный разогрев керамзитобетонной смеси и средняя температура ее к концу разогрева. Между тем после разогрева в электробункере керамзитобетонной смеси наблюдается разброс температур из-за различной электропроводности смеси в результате ее неоднородности. Разброс температур до 45 – 58°C тем больше, чем меньше в смеси пористого песка и портландцемента. Увеличение продолжительности разогрева с 8 до 20 минут не повлияло на изменение абсолютного разброса температур и на прочность бетона, но уменьшило потребляемую мощность. Расход электроэнергии при конечной температуре ра-

зогрева смеси 80 – 85°C при обычном весе керамзитобетонной смеси в предельно уплотненном состоянии (1000 кг/м³) составляет 20 – 25 кВт·ч/м³ при наружной температуре 15 °С. С увеличением объемного веса на каждые 100 кг/м³ расход увеличивается на 5 кВт·ч/м³.

Установки для тепловой обработки изделий инфракрасными лучами. Для тонкостенных изделий и изделий из легких бетонов целесообразно применение прогрева инфракрасными лучами, при этом нагрев железобетонных изделий осуществляется за счет теплопередачи от нагретой среды и теплового излучения электронагревателей, называемых ТЭНами.

Расход электроэнергии при 6 – 8 ч термообработки на 1 м³ бетона по данным ВНИИЖелезобетона составляет 90 – 100 кВт·ч, причем 24,1 % тратится на разогрев бетона, 32 % - на испарение влаги и 20 % - на разогрев металла вагонеток и форм. При начальной влажности бетона 19,2 % к концу термообработки она достигла 11 %.

Установка для тепловой обработки бетона в магнитном поле с использованием электрического тока нормальной и высокой частоты. При необходимости термообработки конструкции в магнитном поле она заключается в индукционную обмотку-катушку, представляющую собой соленоид, выполненный из изолированного провода. На заводах сборного железобетона при однотипных элементах конструкций индуктор может быть стационарным, имеющим внутреннюю полость таких размеров, в которую могла устанавливаться железобетонная конструкция. Применяются также инвентарные съемные индукторы. Прогрев ведется с питанием от понижающих трансформаторов или, при большом количестве термообрабатываемых элементов и обеспечении хорошей изоляции, при напряжении 220 и 380 В. Установлено три условных режима разогрева: мягкий – разогрев идет со скоростью 13°C в час, умеренный – 26 °C в час и жесткий – 53°C в час. Относительная прочность бетона, отнесенная к прочности контрольных образцов, в первом случае составляет 94 %, во втором – 89 % и в третьем – 76 %.

В железобетоне источником выделения тепла при индукционном нагреве является арматура или стальная опалубка, преобразующая энергию переменного магнитного поля в тепловую по закону Джоуля-Ленца.

Высокотемпературная обработка в высококипящих жидкостях. Способ придания железобетонным изделиям дополнительной гидрофобности с одновременным ускорением твердения бетона посредством тепловой обработки в горячем масле.

Процесс такой обработки заключается в том, что после предварительной восьмичасовой выдержки отформованного изделия в петролатуме производят повышение температуры его в течении 2 ч от 70 до 100 °С, а затем выдерживают 2 ч при этой температуре и 2 ч охлаждают до 60 °С.

7.5. Охрана труда и мероприятия по охране окружающей среды

В дипломном проекте раздел «Охрана труда и мероприятия по охране окружающей среды» является обязательным не только ввиду его важности, но и потому, что они неотделимы от проектирования и производства работ.

Вопросы охраны труда и окружающей среды должны быть отражены во всех разделах дипломного проекта, так как только при этом условии могут быть обеспечены безопасные и благоприятные условия труда при эксплуатации проектируемого производства, а также в процессе его реконструкции.

Каждое принятое решение по охране труда должно подкрепляться цифровыми данными, расчетами и схемами, которые следует приводить в пояснительной записке или в графических листах соответствующей части проекта.

В дипломном проекте недопустимо упрощение и формальное цитирование норм по технике безопасности без конкретных инженерных решений. Мероприятия по охране труда должны органически входить в комплекс технологических вопросов и решаться одновременно с ними.

В архитектурно-строительной части проекта необходимо разработать принципиальные решения по вопросам охраны труда (производственная санитария, техника безопасности, пожарная безопасность) и охраны окружаю-

щей среды на стадии эксплуатации проектируемого объекта (уменьшение или исключение влияния неблагоприятных внешних условий и опасных и вредных факторов на работающих и окружающую среду). Приводят краткое описание решений санитарно-технических систем, пожарной безопасности, эвакуации людей и другие вопросы архитектурного проектирования, направленные на создание благоприятных условий для жизнедеятельности.

В технологической части проекта разрабатывают основной объем раздела по безопасности жизнедеятельности на стадии производства изделий.

В технологической карте требуется обеспечить максимальную безопасность труда, для чего каждый вид работ увязывают с другими работами, выполняемыми на производстве; подбирают из существующих средств или разрабатывают приспособления для строповки изделий и временного закрепления конструкций (инвентарные леса, подмости, лестницы, козырьки, ограждения и т.п.).

При разработке технологических карт необходимо выявить опасные и вредные производственные факторы. Наряду с указаниями по производству работ должны быть разработаны конкретные указания по технике безопасности, в том числе мероприятия по безопасному выполнению работ в зимнее время.

На схеме генерального плана должны найти отражение комплекс решений по санитарно-гигиеническому обслуживанию рабочих и персонала на территории производства и основные рекомендации по производственной санитарии, в том числе:

- обеспечение персонала санитарно-бытовыми, административными и вспомогательными помещениями;
- мероприятия, обеспечивающие защиту от неблагоприятных метеорологических условий;
- разработка мероприятий по борьбе с шумом и вибрацией;
- мероприятия, предупреждающие вредное воздействие агрессивных и токсичных веществ;

- мероприятия, обеспечивающие нормальное производственное освещение.

Вопросы, связанные с охраной окружающей среды, должны содержать описание мероприятий по защите от загрязнения воздушной среды и водного бассейна, которые разрабатываются на основе анализа особенностей технологии проектируемого промышленного объекта с учетом технологических процессов производства. Выявление вредности должно определить перечень вопросов для разработки мероприятий по защите окружающей среды.

Природоохранные мероприятия следует осуществлять при проектировании способов, технологии и организации производства. В дипломном проекте в зависимости от содержания подлежит рассмотреть следующие вопросы:

- охраны и рационального использования земель;
- охраны водных ресурсов;
- охраны воздушного бассейна.

Кроме того, в разделе должно быть выполнено индивидуальное задание (по указанию руководителя проекта), отражающее специфику проектируемого объекта. В качестве такого задания может быть расчет, например, освещенности или подробная разработка какого-либо вопроса, например, мероприятия по борьбе с опасными и вредными производственным факторами.

Объем раздела до 10 страниц. В пояснительной записке раздел располагается перед экономической частью проекта.

7.6. Экономическая часть проекта

Экономический раздел проекта включает технико-экономическую оценку проекта, расчет экономических показателей проекта, сравнение их нормативными и выводы об эффективности разработанного проекта. Этапы проекта, подлежащие вариантной разработке, и степень детальности их экономических обоснований указываются в задании на проектировании или в процессе дипломного проектирования консультантом по экономической части.

Технико-экономическая оценка вариантов способа производства и организационно-технологических решений выполняется параллельно с разработкой основных материалов по данной части проекта.

Экономические расчеты и обоснования приводятся в пояснительной записке в соответствующих разделах дипломного проекта.

Список рекомендуемой литературы

1. Общесоюзные нормы технологического проектирования предприятий сборного железобетона. ОНТП-07-85 / Минстройматериалов СССР.-М., 1986. – 51 с.
2. Баженов Ю.М. Технология бетонных и железобетонных изделий: Учебник для вузов/Ю.М. Баженов, А.Г. Комар – М.: Стройиздат, 1984. – 627 с.
3. Баженов Ю.М. Технология бетона. Учебник для вузов по строительным специальностям. – М.: АСВ, 2002. – 500 с.
4. Никулин А.Д. Проектирование предприятий строительных материалов, изделий и конструкций. Учебное пособие/А.Д. Никулин, Е.И. Шмитько, Б.М. Зуев – Санкт-Петербург.: Проспект науки, 2006. – 352 с.
5. Справочник по производству сборных железобетонных конструкций и изделий/Под ред. К.В. Михайлова, К.М. Королева. – М.: Стройиздат. 1989. – 440 с.
6. СП 130.13330.2011. Производство сборных железобетонных конструкций и изделий. Актуализированная редакция СНиП 3.09.01-85. /Росстандарт. – М., 2011. – 40 с.
7. СНиП 82-02-95. Федеральные (типовые) элементные нормы расхода цемента при изготовлении бетонных и железобетонных изделий и конструкций. – М.: Госстрой России. – 1996. – 16 с.
8. Рекомендации по технико-экономической оценке способов изготовления железобетонных конструкций и изделий/НИИЖБ Госстроя СССР.-М., 1978. – 197 с.

9. Рекомендации по снижению расхода тепловой энергии в камерах тепловлажностной обработки железобетонных изделий/ВНИИЖБ Минстрой-материалов СССР. – М.: Стройиздат, 1984. – 56 с.

10. Руководство по выбору проектных решений в строительстве (общие положения)/НИИЭС, ЦНИИПроект Госстроя СССР. – М.: Стройиздат, 1982. – 104 с.

11. ГОСТ 2.104-2006. Единая система конструкторской документации. М.: Стандартинформ, – 2007. – 14 с.

12. ГОСТ 2.301-68. Единая система конструкторской документации. Форматы. М.: Стандартинформ, – 2007. – 4 с.

13. ГОСТ 2.004-88. Единая система конструкторской документации. Общие требования к выполнению конструкторских и технологических документов на печатающих и графических устройствах вывода ЭВМ. М.: Стандартинформ, – 2011. 40 с.

14. ГОСТ 8.417-2002. Государственная система обеспечения единства измерений. Единицы величин. М.: Стандартинформ, – 2010. 28 с.

15. ГОСТ 2.105-95. Единая система конструкторской документации. Общие требования к текстовым документам. М.: Стандартинформ, – 2011. 28 с.

16. ГОСТ Р 21.1101-2013. Система проектной документации для строительства. Основные требования к проектной и рабочей документации. М.: Стандартинформ, – 2014. 55 с.

17. СП 18.13330.2011. Генеральные планы промышленных предприятий. Актуализированная редакция СНиП II-89-90*. М.: Минрегион России. Издание официальное, – 2011. 45 с.

18. Градостроительный кодекс Российской Федерации, от 29.12.2004 г, №190-ФЗ (ст. 48 и 49).

19. Постановление Правительства Российской Федерации №87 от 16.02.2008 г. «Положение о составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию».

20. Постановление Правительства Российской Федерации №145 от 05.03.2007 г. «О порядке организации и проведения государственной экспертизы проектной документации и результатах инженерных изысканий».

21. Постановление Правительства Российской Федерации №840 от 29.12.2005 г. «О форме градостроительного плана земельного участка».

22. Постановление Правительства Российской Федерации №20 от 19.01.2006 г. «Об инженерных изысканиях для подготовки проектной документации, строительства, реконструкции объектов капитального строительства».

23. Постановление Правительства Российской Федерации №83 от 13.02.2006 г. «Об утверждении Правил определения и предоставления технических условий подключения объекта капитального строительства к сетям инженерно-технического обеспечения и Правил подключения объекта капитального строительства к сетям инженерно-технического обеспечения».

24. СП 37.13330.2012. Промышленный транспорт. Актуализированная редакция СНиП 2.05.07-91*. М.: Издание официальное, – 2012. 196 с.

25. СП 56.13330.2011. Производственные здания. Актуализированная редакция СНиП 31-03-2001. М.: Издание официальное, – 2011. 17 с.

26. СП 44.13330.2011. Административные и бытовые здания. Актуализированная редакция СНиП 2.09.04-87. М.: Издание официальное, – 2011. 26 с.

27. СП 2.2.1.1312-03. Гигиенические требования к проектированию вновь строящихся и реконструируемых промышленных предприятий: Санитарно-эпидемиологические правила. – М.: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, – 2003. 40 с.

28. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности, №123-ФЗ от 22.07.2008 г.

29. СП 112.13330.2011. Пожарная безопасность зданий и сооружений. Актуализированная редакция СНиП 21-01-97*. – М.: Издание официальное, 2011. – 17 с.

30. ГОСТ 26633-91. Бетоны тяжелые и мелкозернистые. Технические условия. – М.: Стандартинформ, – 2008. 17 с.

31. ГОСТ 7473-94. Смеси бетонные. Технические условия. – М.: Издание официальное, – 2004. 10 с.

32. ГОСТ 8736-93. Песок для строительных работ. Технические условия. – М.: Издание официальное, – 2009. 8 с.

[illegible]

Форма 3 – для листов основных комплектов рабочих чертежей, графических документов разделов проектной документации и графических документов по инженерным изысканиям

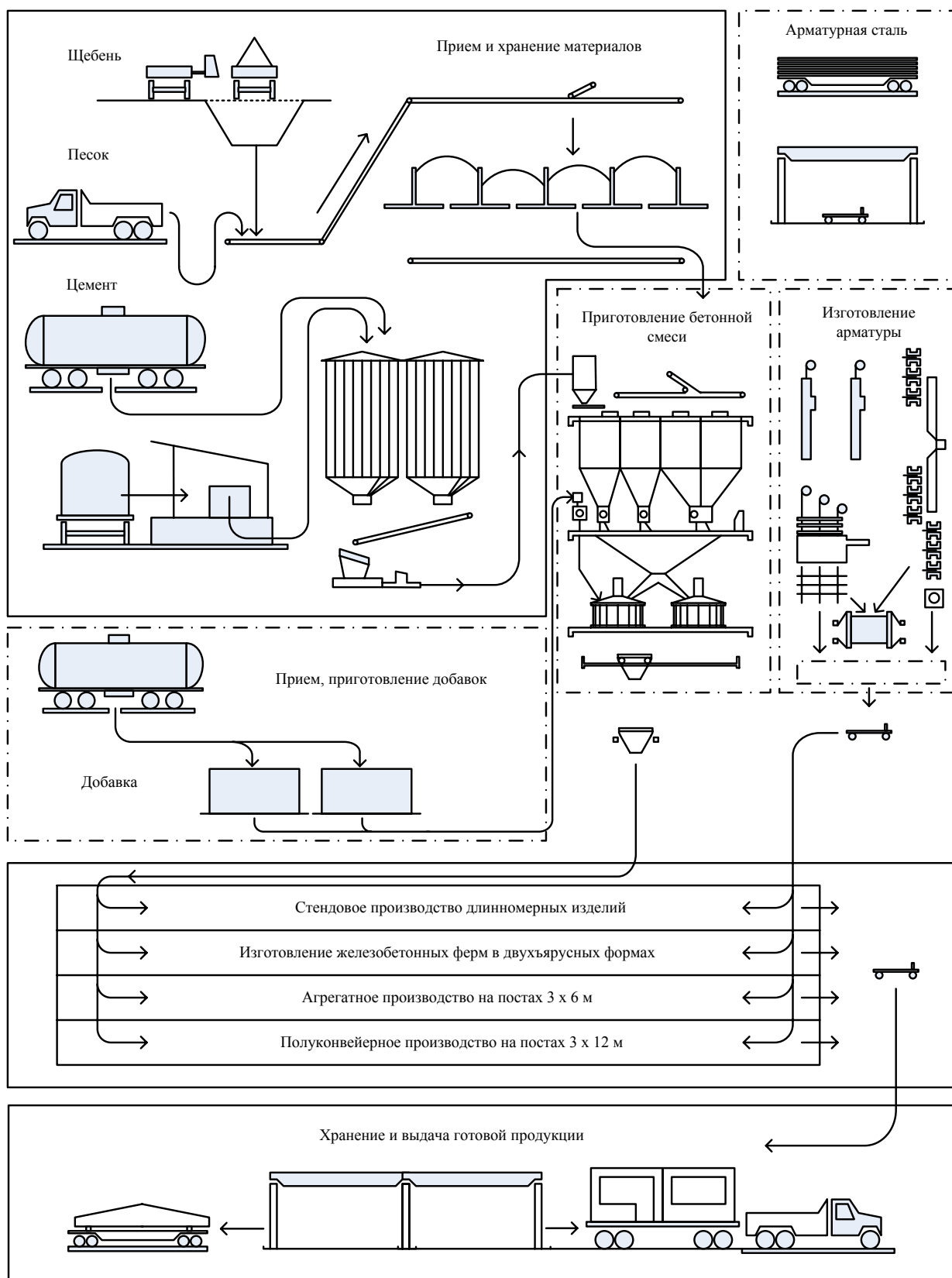
185										120											
10		10		10		10		15		10											
												<i>ВКР-02068077-08.03.01-XX-16</i>									
Изм.		Кол.уч.		Лист		№ док.		Подп.		Дата											
Разраб.				Иванов И.И.														Стадия		Лист	
Руковод.				Степанов С.С.																Листов	
Консульт.				Степанов С.С.																1	
Н. контр.				Сидоров С.С.																10	
Утв.				Акчурина Т.К.																	
<i>Технологическая часть</i>										<i>ВолгГТУ</i> <i>ПСК-07</i>											
										Формат											
70										50											

Форма 5 – для всех видов текстовых документов (первые листы)

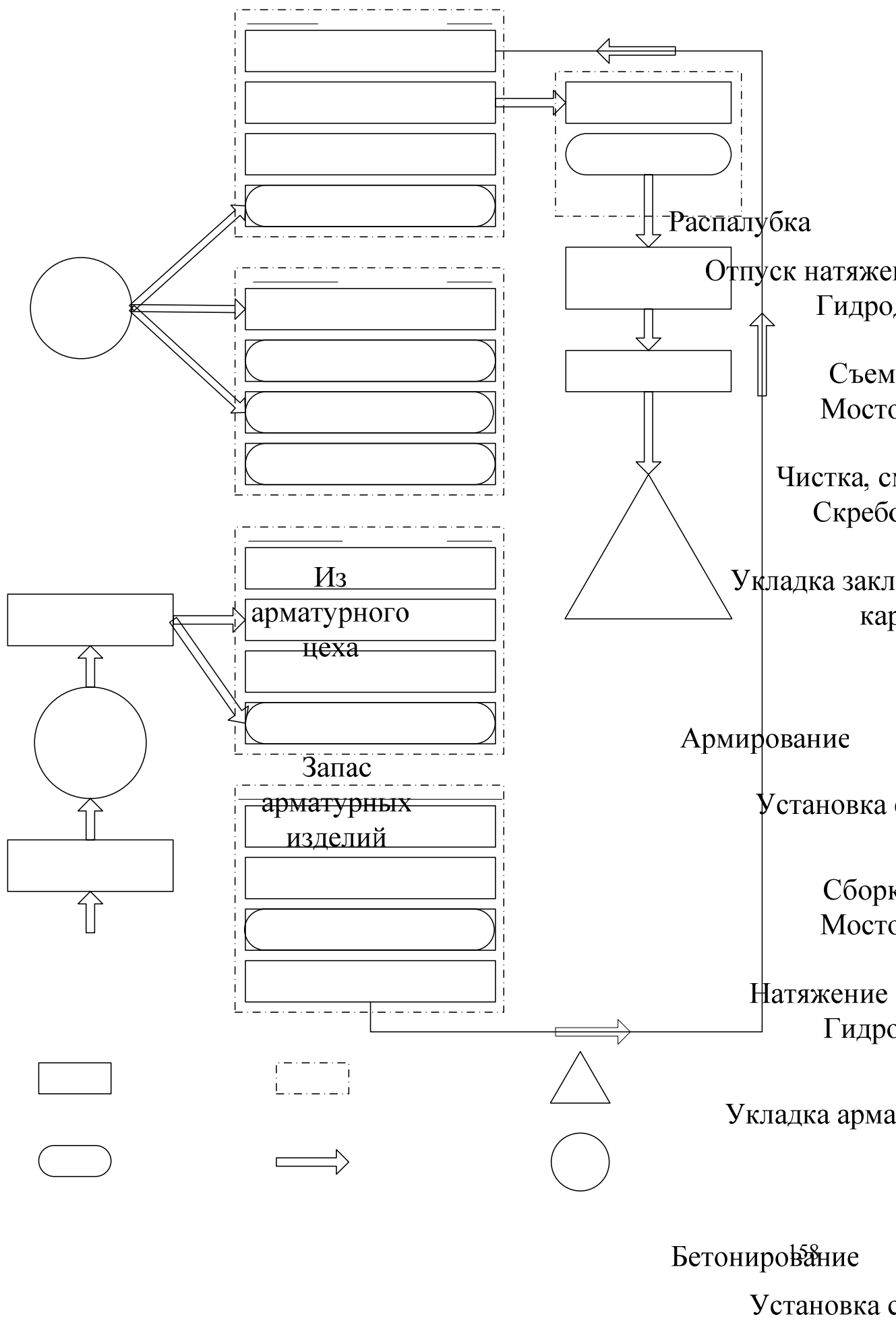
110										10	
<i>ВКР-02068077-08.03.01-XX-16</i>										Лист	
										8	
Формат										7	

Форма 6 – для чертежей строительных изделий и всех видов текстовых документов (последующие листы)

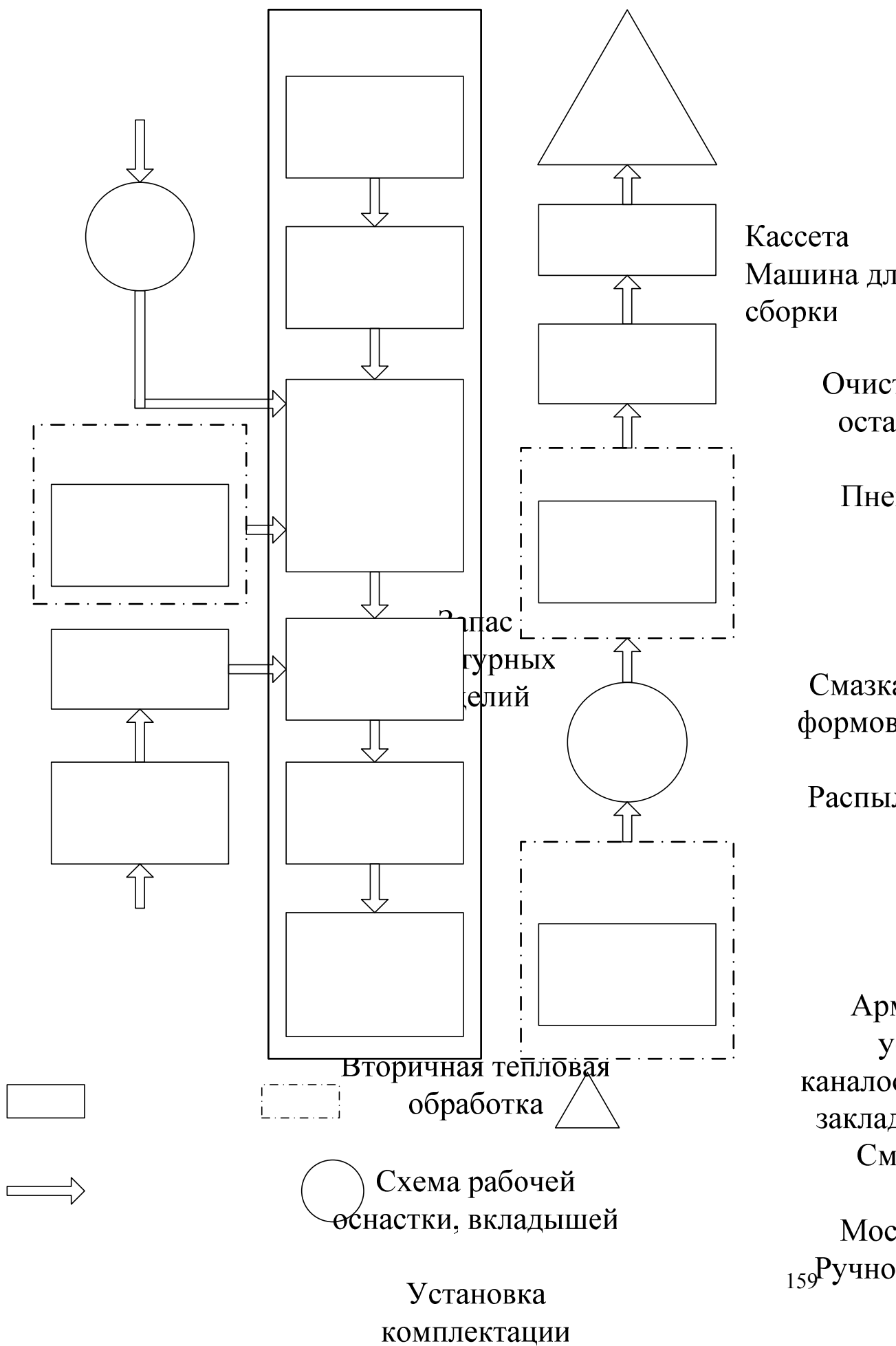
Технологическая схема производства сборных железобетонных изделий



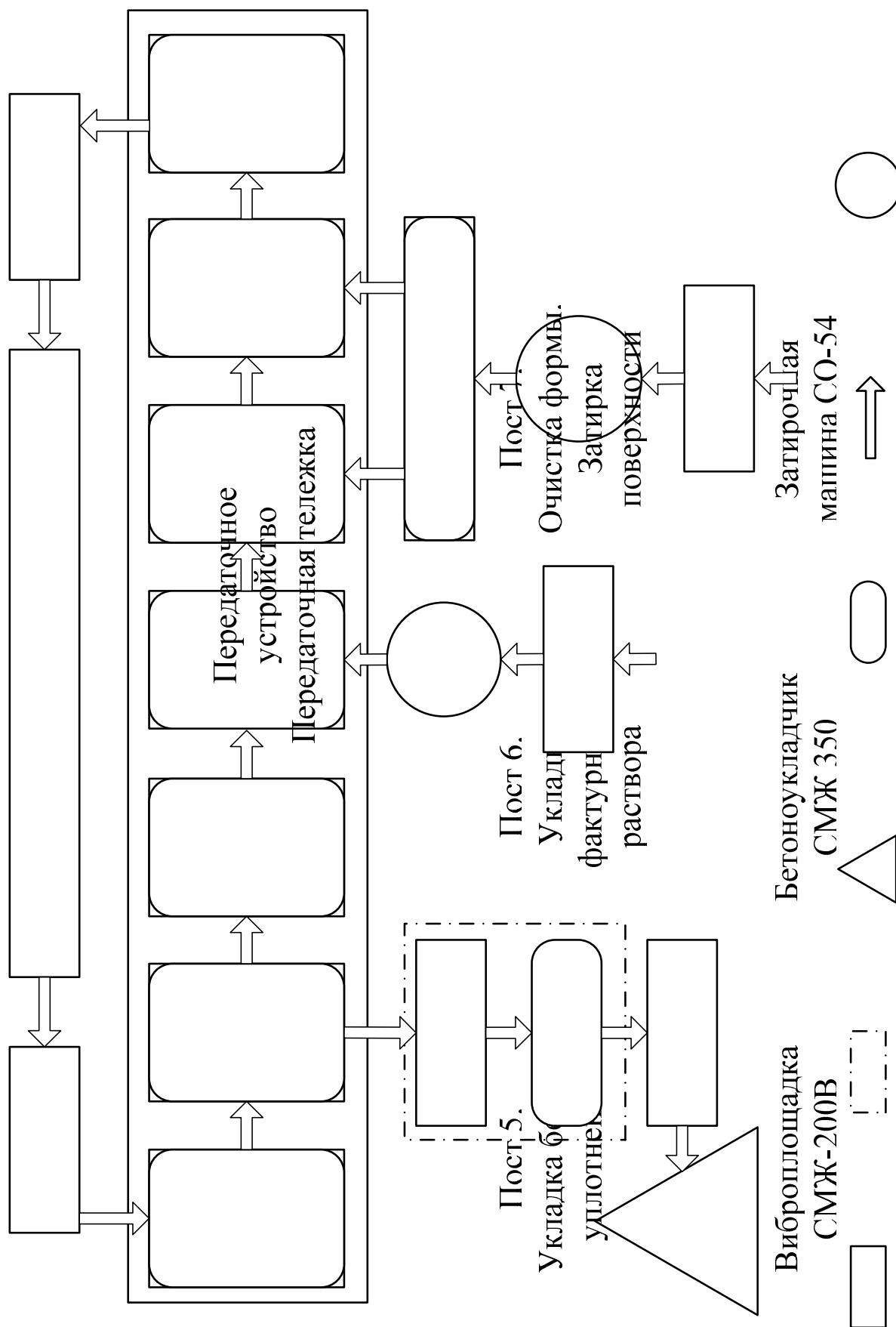
Функциональная схема производства плит 3×12 м



Функциональная схема производства изделий кассетным способом



Функциональная схема производства конвейерным способом



Пример оформления содержания дипломного проекта

Содержание

Задание на проектирование	2
Содержание	4
Введение	5
1. Общая часть	6
1.1. Экономико-географические условия проектирования предприятия	9
1.2. Обоснование вида продукции и мощности проектируемого цеха и т.д.	12
2. Технологическая часть	23
2.1. Выбор и обоснование технологической схемы производства и т.д.	25
Список использованной литературы	127