

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**  
**УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ**  
**«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА»**

**Кафедра строительного производства**

**Т. В. ЯШИНА**

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРЕДПРИЯТИЙ**  
**СТРОЙНДУСТРИИ**

**Учебно-методическое пособие**

**Гомель 2013**

**0**

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ  
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА»

Кафедра строительного производства

Т. В. ЯШИНА

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРЕДПРИЯТИЙ  
СТРОЙИНДУСТРИИ**

Учебно-методическое пособие

*Одобрено методической комиссией  
факультета ПГС*

Гомель 2013

УДК 666.97:691.3(075.8)  
ББК 38.626  
Я96

Рецензент – Главный технолог открытого акционерного общества  
«Гомельжелезобетон» *А. Н. Санников.*

**Яшина, Т. В.**

Я96 Проектирование предприятий стройиндустрии : учеб.-метод. Пособие /  
Т. В. Яшина; М-во образования Респ. Беларусь, Белорус. гос. ун-т трансп. –  
Гомель : БелГУТ, 2012. – 41 с.  
ISBN 978-985-468-648-6

Пособие содержит теоретические основы, методические рекомендации и основные нормативы, необходимые для разработки проектов заводов, цехов, технологических линий по производству сборных железобетонных изделий, проектов реконструкции и технического перевооружения предприятий сборного железобетона.

Приведены основные положения норм технологического проектирования предприятий по производству сборных железобетонных изделий, применяемых для курсового проектирования по дисциплине «Проектирование и реконструкция предприятий стройиндустрии» и для дипломного проектирования. Приводится перечень новых стандартов, гармонизированных с европейскими, применяющимися при проектировании.

Учебно-методическое пособие предназначено для студентов, обучающихся по специальности 1-70 01 01 «Производство строительных изделий и конструкций».

**УДК 666.97:691.3(075.8)**  
**ББК 38.626**

**ISBN 978-985-468-648-6**

© Яшина Т. В., 2011  
© Оформление. УО «БелГУТ», 2013

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	4
Общие положения технологического проектирования.....	5
1.1 Общие положения.....	5
1.2 Определение режима работы предприятия.....	5
2 Нормирование расхода материалов .....	7
3 Проектирование складов заполнителей.....	8
3.1 Основы проектирования складов заполнителей.....	8
3.2 Нормы проектирования складов заполнителей .....	10
4 Проектирование складов цемента.....	12
4.1 Основы проектирования складов цемента .....	12
4.2 Нормы проектирования складов цемента .....	13
5 Проектирование складов арматуры, арматурных цехов.....	14
5.1 Основы проектирования складов арматуры и арматурных цехов.....	14
5.2 Нормы проектирования складов арматуры и арматурных цехов .....	16
6 Тепловая обработка железобетонных изделий.....	17
7 Проектирование бетоносмесительных цехов .....	17
7.1 Расчет основных параметров бетоносмесительных цехов .....	17
7.2 Нормы проектирования бетоносмесительных цехов .....	18
8 Проектирование формовочных цехов.....	21
8.1 Выбор способа производства.....	21
8.2 Основы проектирования формовочных цехов.....	21
8.3 Расчет площади формовочного цеха.....	23
8.4 Нормы проектирования формовочных цехов.....	25
8.4.1 Общие нормы проектирования.....	25
8.4.2 Поточно-агрегатное производство.....	27
8.4.3 Конвейерное производство.....	28
8.4.4 Стендовое производство.....	29
8.4.5 Кассетное производство.....	30
9. Склады готовой продукции.....	31
9.1 Нормы проектирования складов готовой продукции.....	33
10 Охрана окружающей среды .....	34
11 Основные технико-экономические показатели .....	34
Приложение А Перечень стандартов, гармонизированных с европейскими...	35
Приложение Б Нормы расхода цемента, заполнителей и других материалов.....	36
.....	
Приложение В Характеристики типовых складов заполнителей и цемента.....	39
Приложение Г Схемы складирования разных железобетонных изделий.....	40

Список литературы.....	41
------------------------	----

## ВВЕДЕНИЕ

В пособии приводятся краткие теоретические основы, методические рекомендации и основные нормативы, необходимые для выполнения технологических расчетов по проектированию заводов, цехов, технологических линий по производству сборных железобетонных изделий. Они также применяются при разработке типовых и индивидуальных проектов, привязке типовых проектов, выполнении проектов реконструкции и технического перевооружения предприятий сборного железобетона.

В пособии приведены основные положения норм технологического проектирования предприятий по производству сборных железобетонных изделий, применяемых в курсовом и дипломном проектировании, а так же перечень новых стандартов, гармонизированных с европейскими. Приведенные в пособии нормы распространяются на проектирование предприятий, цехов, изготавливающих сборные армированные и неармированные изделия из тяжелых и легких бетонов, а также на проектирование отдельных производств, самостоятельных бетоносмесительных и растворосмесительных цехов и отделений.

Для технологических расчетов по агрегатно-поточному, конвейерному и стендовому способам производства изделий необходимо знать нормативно-техническую документацию, применяемую при проектировании предприятий, достижения научных и проектных организаций, а также опыт передовых предприятий, владеть методами выбора оптимальных технологических решений, навыками подбора и компоновки технологического оборудования, знать основы системы автоматизированного проектирования.

С целью закрепления теоретических знаний по курсу «Проектирование и реконструкция предприятий стройиндустрии » студенты разрабатывают курсовой проект, выполняют расчеты на практических занятиях, а также, выполняют аналогичный раздел в дипломном проекте.

При разработке курсового и дипломного проектов студент выступает как автор самостоятельной работы, и несет полную ответственность за принятые им технические решения и результаты проектирования.

## **1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ**

### **1.1 Общие положения**

При проектировании предприятий по производству сборных железобетонных изделий следует учитывать требования СНБ 5.03.02-03 «Производство сборных бетонных и железобетонных изделий», действующих норм технологического проектирования и требования новых стандартов, гармонизированных с европейскими [1, 2, приложение А].

При проектировании генеральных планов предприятий промышленности сборного железобетона следует правильно расположить по отношению к главному корпусу (в котором размещены формовочное отделение и отделение тепловлажностной обработки) бетоносмесительный узел со складами цемента и заполнителей, и арматурное производство со складами арматуры.

Бетоносмесительный цех, как правило, примыкает непосредственно к главному корпусу в месте, откуда предусматривается подача бетонной смеси на технологические формовочные линии.

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

Склады цемента и заполнителей, размещаемые обычно непосредственно у подъездных железнодорожных путей, должны быть связаны надёжными транспортными коммуникациями с бетоносмесительным узлом. Остальные здания и сооружения, бытовые помещения, заводоуправление, ремонтно-механический цех и др., располагаются также из условий минимальной протяженности транспортных коммуникаций и удобства пользования ими.

### **1.2 Определение режима работы предприятия**

Нормативные технологические параметры и показатели приведены для типовых проектов; при разработке проектов конкретных предприятий параметры и показатели уточняются в зависимости от номенклатуры изделий, применяемых материалов и других местных условий, но они не должны быть ниже (хуже), чем регламентированные нормами технологического проектирования [2].

В соответствии нормами технологического проектирования, при определении режима работы предприятия следует принимать:

номинальное количество рабочих суток в году..... 260

то же, по выгрузке сырья и материалов с железнодорожного транспорта.....	365
количество рабочих смен в сутки (без тепловой обработки).....	2
количество рабочих смен в сутки для тепловой обработки.....	3
количество рабочих смен в сутки по приему сырья и материалов: железнодорожным транспортом.....	3
автотранспортом.....	2 или 3
(в зависимости от местных условий)	
продолжительность рабочей смены, ч.....	8

Расчетное количество рабочих суток в году для полигонов в типовых проектах следует принимать:

при ускоренном твердении изделий - по табл. 1.1;

при естественном твердении изделий - 150.

**Расчетное количество рабочих суток (годовой фонд времени работы основного технологического оборудования)** и продолжительность плановых остановок принимаются по таблице 1.1.

**Таблица 1.1 Расчетное количество рабочих суток**

Технологические линии и основное технологическое оборудование	Длительность плановых остановок на ремонты, сут	Расчетное количество рабочих суток в году
Агрегатно-поточные и стендовые линии, кассетные установки	7	253
Конвейерные линии	13	247
Цехи и установки по приготовлению бетона и раствора	7	283

Замечания к таблице 1.1:

- 1) для бетоносмесительных, арматурных и вспомогательных цехов (ремонтно-механического, зарядной и др.) принимаются максимальные параметры работы формовочных линий, входящих в состав производства;
- 2) производительность плановых остановок при 2-х сменной работе включает переналадку и замену форм, осуществляемую в течение смены; для переоснастки кассет расчетное количество рабочих суток уменьшается на 3;
- 3) для производств, расположенных на полигонах круглогодичного действия, продолжительность плановых остановок принимается по табл. 1 с увеличением на 20%. Для полигонных производств сезонного действия плановые остановки не учитываются.

При составлении циклограмм и распределении операций на технологических постах и линиях необходимо учитывать регламентированные затраты времени (перерывы) в размере 10 - 15 % от продолжительности смены с учетом действующих нормативов.

## 2 НОРМИРОВАНИЕ РАСХОДА МАТЕРИАЛОВ

Для основных технологических и технико-экономических расчетов расходы портландцемента (шлакопортландцемента) на 1 м<sup>3</sup> бетона сборных железобетонных изделий принимаются по типовым нормам расхода цемента для приготовления бетонов сборных и монолитных бетонных, железобетонных изделий и конструкций, а в курсовом проектировании - по результатам подбора состава бетона. В дипломном и курсовом проектировании допускается принимать укрупненные расходы материалов.

Для расчетов емкостей складов и бункеров допускается принимать укрупненные расходы цемента по таблице Б. 1 приложения Б.

Для и расчета складов заполнителей и бункеров, для технико-экономических расчетов расходы заполнителей на 1 м<sup>3</sup> бетона приведены в таблице Б2 приложения Б. Зерновой состав крупного заполнителя приведен в таблице Б3 приложения Б. Наибольшая крупность зерен заполнителя должна быть меньше 1/3 наименьшей толщины изделия и 3/4 расстояния между стержнями арматуры, кроме случаев, оговоренных в чертежах изделий. Наибольшая крупность зерен заполнителя для изделий из легких бетонов, пустотных плит перекрытий, а также при формовании в кассетах принимается не более 20 мм.

Расчетные значения насыпной плотности заполнителей в кг/м<sup>3</sup> для расчетов складов заполнителей и расходных бункеров приведены в таблице Б4 приложения Б.

Расход воды для затворения 1 м<sup>3</sup> бетонной смеси для всех расчетов принимается равным 200 л независимо от вида, жесткости и подвижности бетонных смесей.

Расходы цемента, песка и щебня для фактурного внутреннего и наружного отделочных слоев наружных стеновых панелей принимаются по таблицам Б1 и Б2. Расход отделочных материалов для различных видов отделки, предусматриваемых в проектах, принимается по таблице 6 [2].

Расходы добавок, а также рабочая концентрация их растворов для расчетов емкостей складов добавок и расходных емкостей принимается по таблице Б5 приложения Б, а в курсовом и дипломном проектировании - по результатам расчетов в соответствии с заданием.

Выбор вида и количества химических добавок производится в зависимости от вида бетона и конструкций, технологических режимов производства, целей введения добавок и местных условий.



### 3. ПРОЕКТИРОВАНИЕ СКЛАДОВ ЗАПОЛНИТЕЛЕЙ

Получение бетонов высокого качества для сборных железобетонных конструкций возможно при использовании прочных, фракционированных, чистых заполнителей, имеющих постоянную влажность и положительную температуру. Поэтому при хранении заполнителей на складе они не должны засоряться, самопроизвольно смешиваться по фракциям, изменять влажность и смерзаться. Для устранения засорения заполнителей и частого изменения влажности склады должны создаваться закрытыми или полузакрытыми. Соблюдение четкого фракционированного состава заполнителей при их хранении достигается за счет размещения разных видов и фракций в отдельных отсеках склада. Число отсеков принимается по нормам ОНТП [2].

Склады сырьевых компонентов необходимо размещать вблизи цехов-потребителей, с целью минимизации транспортных затрат.

Для определения расхода материалов необходимо знать производственную мощность предприятия и проектный состав бетона. Однако при проектировании заводов не всегда имеется возможность заранее точно знать технологические характеристики сырья и материалов и, следовательно, запроектировать состав бетона. В курсовых и дипломных проектах при разработке складов сырья и бетоносмесительных цехов для определения ориентировочной потребности в сырье и материалах, следует применять нормы технологического проектирования (приложение Б или ОНТП) [2].

#### 3.1. Основы проектирования складов заполнителей.

Технологическая схема переработки сырьевых материалов и тип выбираемого склада должны обеспечивать их высокое качество, не загрязненность, минимальные потери материалов и эксплуатационные расходы.

Проектирование предприятий сборного железобетона производят с использованием типовых проектов складов заполнителей (приложение В).

Выбор вида склада производят с учетом их классификации:

- 1) по способу складирования заполнителей (штабельные, полубункерные и силосные);
- 2) по условиям хранения (открытые, закрытые и полузакрытые);
- 3) по вместимости
  - малые  $V=3000 \text{ м}^3$  (для заводов  $П_t=50...70$  тыс.  $\text{м}^3/\text{год}$ );
  - средние  $V=6000 \text{ м}^3$  ( $П_t=70...100$  тыс.  $\text{м}^3/\text{год}$ );
  - большие  $V=9000 \text{ м}^3$  ( $П_t=140$  тыс.  $\text{м}^3/\text{год}$ ).

Доставку заполнителя на заводы ЖБИ осуществляют в основном железнодорожным, автомобильным и водным транспортом. По железной дороге заполнитель транспортируют на платформах, в полувагонах и думпкарах. В зимнее время заполнитель необходимо предварительно рыхлить. В большинстве случаев склады являются прирельсовыми. Разгрузка заполнителя производится

на железнодорожных эстакадах высотой 1,8; 3 и 6 м. В зависимости от способа разгрузки и типа применяемых машин заполнители разгружают непосредственно в штабели, либо в приемные бункера 6×6; 6×12 или 6×18 м.

Наибольшее распространение получил штабельно-траншейный линейный склад заполнителей (рисунок 3.1). Складирование различных фракций и видов заполнителей производят в отсеках штабеля. Отсеки склада разделены железобетонными стенками, в зимнее время заполнители подогревают паровыми регистрами у мест выдачи на подштабельную галерею.

Расчет склада производится исходя из потребности в сырьевых материалах, нормативных запасов и характеристики принятого склада. Он сводится к определению вместимости, площади и геометрических размеров.

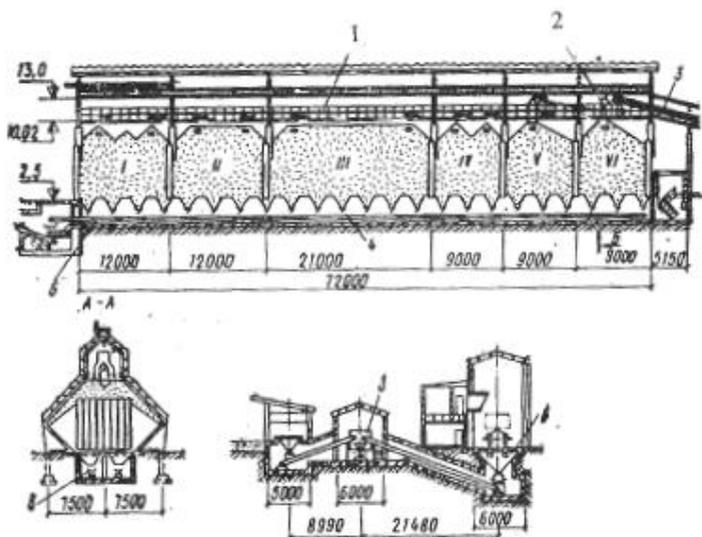


Рисунок 3.1 - Схема закрытого штабельно-траншейного склада заполнителей: 1 - горизонтальный ленточный конвейер; 2 - трехрукавная воронка; 3 - наклонный ленточный конвейер; 4 - вибротвор-питатель; 5 - подштабельный ленточный конвейер; 6 - приемный бункер

Определение вместимости склада заполнителей:

$$V_{\text{скл}} = Z_r n_{33} / B_{\text{ре}},$$

где  $Z_r$  – годовая потребность завода в заполнителе, м<sup>3</sup>;

$n_{33}$  – запас заполнителя, принимаемый по нормам проектирования;

$B_{pc}$  - годовой фонд рабочего времени, сут.

$$Z_{\Gamma} = n_{cm} V_{cm} \beta_{\delta} n_3 3B_{pч},$$

где  $n_{cm}$  и  $V_{cm}$  – соответственно число и объем смесителей;

$n_3$  – нормативное число замесов в час;

$\beta_{\delta}$  - коэффициент выхода бетона

$3$  – расход заполнителя на  $1 \text{ м}^3$ ,  $\text{м}^3$ ;

$B_{pч}$  – фонд рабочего времени, ч.

Площадь открытого склада ориентировочно можно определить исходя из нормативного запаса материалов и нормы укладки их на  $1 \text{ м}^2$  площади

$$F = V_{скл.з} / qK_{ис},$$

где  $q$  – количество материала, укладываемого на  $1 \text{ м}^2$  площади: для открытого склада штабельного типа –  $3 \div 4 \text{ м}^3/\text{м}^2$  (при высоте укладки  $5 \div 6 \text{ м}$ ), для других типов –  $5 \div 7 \text{ м}^3/\text{м}^2$ ;

$K_{ис}$  – коэффициент использования площади склада, равный  $0,7 \div 0,8$ .

Зная количество складироваемых материалов и высоту склада можно рассчитать длину склада:

$$F = \frac{V_{с.з} \operatorname{tg} \alpha}{h_c^2},$$

где  $\alpha$  – угол естественного откоса заполнителей в штабеле (см. нормы проектирования таблицу 3.1);

$h_c$  – высота склада, м.

Определение объема склада заполнителей любой другой конфигурации (полубункерного эстакадно-траншейного, бункерного) сводится к определению площади поперечного сечения склада, заполняемого материалом, так как объем любого склада заполнителей представляет собой площадь «живого сечения»-поперечного разреза материала, умноженную на длину склада.

Проектирования склада заполнителей состоит в привязке типового склада требуемой вместимости, удовлетворяющего общей технологической схеме (приложение В).

### 3.2. Нормы проектирования складов заполнителей

Нормы проектирования складов заполнителей принимаются по таблице 3.1 или ОНТП [2].

Таблица 3.1- Нормы проектирования складов заполнителей

Наименование	Единица измерения	Норма
1. Запас заполнителей на заводских складах при поступлении:		
железнодорожным транспортом	расчетные рабочие сутки	7 - 10
автомобильным транспортом	"	5 - 7
2. Запас декоративного заполнителя	расчетные рабочие сутки	30
3. Максимальная высота штабелей при свободном падении заполнителей	м	12
4. То же, при складировании только мелких заполнителей	"	15
6. Максимальный угол наклона ленточных конвейеров с гладкой лентой для подачи:		
щебня и песка	град.	18
гравия и керамзитового гравия	"	13 - 15
6. Наименьший угол наклона течек и стенок бункеров к горизонту при выполнении поверхности скольжения из металла и без применения побудителей для:		
щебня, гравия и керамзитового гравия	град.	60
песка	"	55
золошлаковой смеси, песка и щебня из шлаков	"	60
7. Угол естественного откоса заполнителей при отсыпке в штабель	град.	40
8. Наименьшее количество отсеков для хранения заполнителей различных видов и фракций для:		
песка	шт	2
крупного заполнителя	"	4
золошлаковой смеси, песка и щебня из шлаков	"	1
9. Расчетные начальные температуры заполнителей:		
при расчетной зимней температуре наружного воздуха, °С		
-30	"	-15
-20	"	-10
10. Наименьшая допустимая температура заполнителей на выходе из склада	°С	+5

## 4. ПРОЕКТИРОВАНИЕ СКЛАДОВ ЦЕМЕНТА

### 4.1. Основы проектирования складов цемента

Процесс проектирования склада цемента завода ЖБИ чаще всего сводится к расчету его вместимости и к привязке типовых проектов в зависимости от требуемой вместимости, места строительства и других показателей.

Склад цемента следует размещать вблизи бетоносмесительного цеха с наветренной стороны от главного производственного и административного корпусов (смотри розу ветров).

При проектировании цементопровода из склада цемента в БСЦ необходимо выбирать кратчайший путь с наименьшим количеством изгибов.

Склады цемента должны обладать следующими конструктивными особенностями: защищать цемент от увлажнения, обеспечивать раздельное хранение цемента не менее трех видов и классов, быть пригодными для периодического рыхления цемента с целью устранения слеживаемости, допускать возможность выдачи цемента в автоцементовозы.

Защита цемента от увлажнения ( атмосферных осадков или высокой влажности воздуха) достигается путем создания закрытых отсеков склада и особенно в виде цилиндрических ёмкостей – *силосов*. Раздельное хранение цемента различных видов обеспечивается за счет создания ряда ёмкостей в одном складе (таблица 4.1).

При хранении цемента в силосах он теряет сыпучесть - слеживается. При хранении более 15 суток насыпная плотность цемента, находящегося в нижней части силоса, увеличивается на 50-70 %. На слеживаемость сильно влияет влажность (она должна быть не более 1 %). Для предотвращения слеживаемости в силосах необходимо периодическое аэрационно-пневматическое разрыхление и перекачивание цемента не реже 1 раза в 15 суток (для чего всегда предусматривается один свободный отсек).

Большинство предприятий оснащено силосными складами цемента вместимостью 240, 360, 480, 720, 1100, 1700, 2500 и 4000 тонн.

Технологические расчеты сводятся к подбору имеющихся типовых вариантов складов (приложение В) по рассчитанной вместимости склада цемента по массе, кг:

$$G_{\text{скл.ц}} = n_{\text{см}} V_{\text{см}} \beta_6 n_3 \rho_{\text{ц}} N_{\text{см}} Z_{\text{ц}},$$

где  $n_{\text{см}}$  и  $V_{\text{см}}$  – соответственно число и объем смесителей;

$n_3$  – нормативное число замесов в час;

$t_{\text{см}}$  и  $N_{\text{см}}$  – соответственно длительность смены, ч, и число смен;

$Z_{\text{ц}}$  – запас цемента на складе, сут;

и вместимости склада цемента по объему, кг/м<sup>3</sup>:

$$V_{\text{скл.ц}} = \frac{G_{\text{скл.ц}} K_{\text{емк}}}{\rho_{\text{цн}}},$$

где  $\rho_{\text{цн}}$  – минимальная расчетная плотность цемента, кг/м<sup>3</sup>;

$K_{\text{емк}}$  – коэффициент заполнения емкости склада, равный 0,9.

Для расчетов емкостей складов цемента допускается принимать укрупненные расходы цемента по приложению Б или ОНТП [2].

## 4.2 Нормы проектирования складов цемента

Нормы проектирования складов цемента принимаются по таблице 4.1.

Таблица 4.1- Нормы проектирования складов цемента

Наименование	Единица измерения	Норма
1. Запас цемента (или золы уноса) на складе при поступлении:		
железнодорожным транспортом	расчетные рабочие сутки	7 - 10
автотранспортом	"	5 - 7
2. Запас декоративного цемента	расчетные рабочие сутки	30
3. Количество емкостей для хранения цемента на предприятиях мощностью:		
до 100 тыс. м <sup>3</sup> /год	шт	не менее 4
свыше 100 тыс. м <sup>3</sup> /год	"	" 6
4. Коэффициент заполнения емкостей	-	" 0,9
5. Углы наклона:		
течек без побуждения, днищ конических без побуждения	град.	" 60
днищ конических, покрытых аэрирующими элементами, рассечек и откосов плоских днищ и силосов, частично покрытых аэрирующими элементами	"	" 50
аэрационных дорожек к донным или боковым разгрузочным люкам, сплошь покрытых аэрирующими элементами	"	" 15
аэрожелобов	"	" 5
6. Расчетная насыпная плотность цемента:		
минимальная насыпная плотность в разрыхленном свеженасыпном состоянии (для расчета емкости склада)	т/м <sup>3</sup>	1,0

## 5. ПРОЕКТИРОВАНИЕ СКЛАДОВ АРМАТУРЫ, АРМАТУРНЫХ ЦЕХОВ

### 5.1. Основы проектирования складов арматуры и арматурных цехов

В общей компоновке завода железобетонных изделий арматурные цехи располагают в одном из пролетов параллельно формовочным цехам или в одном из поперечных пролетов, который примыкает к торцам формовочных цехов.

Технологические расчеты по арматурному производству включают определение необходимого набора и количества машин или линий, расхода металла, определение площади цеха (а также сжатого воздуха и воды).

Для определения количества арматурных машин необходимо рассчитать объемы работ. При узкоспециализированном производстве расчеты производят на планируемую к выпуску номенклатуру изделий. При большом количестве изделий расчеты производят путем объединения всей номенклатуры железобетонных изделий в группы, имеющие сходство в армировании.

Расчет объема арматурных работ производится в табличной форме: наименование арматурного элемента, эскиз, полуфабрикаты (заготовки), характеристика стали, количество арматурных изделий, вид операции (объем работ) и часовая потребность.

Расчет количества оборудования по всем видам технологических операций производится исходя из установленного объема работ и часовой производительности станка по формуле:

$$N = \frac{P_{\text{эт}}}{K_{\text{и}} P_{\text{чф}}},$$

где  $P_{\text{эт}}$  - требуемая часовая потребность операций на данном станке,

определяется как  $P_{\text{ч.формов.цеха}} \times (1,1 \dots 1,2)$ ;

$P_{\text{чф}}$  - фактическая часовая производительность станка, определяется как

$$P_{\text{чф}} = P_{\text{чп}} K_{\text{орг}},$$

где  $P_{\text{чп}}$  - паспортная производительность станка;

$K_{\text{орг}}$  - коэффициент организации производства:

0,7 - для правильно-отрезных и гибочных станков;

0,85 - для стыкосварочных машин;

0,25... 0,3 - для однократных контактно-сварочных;

0,85 - для многоточечных автоматизированных линий;

0,75 - то же неавтоматизированных машин.

Расчет годовой потребности арматурной стали цеха производят, используя данные по ее виду и количеству на каждое изделие, а также по программе завода с учетом потерь по ОНТП [2].

Площадь цеха определяется по формуле:

$$S = S_1 + S_2 + S_3,$$

где  $S_1$  - площадь, занимаемая оборудованием;  $S_1$  определяется как:

$$S_1 = (a + b)1,5,$$

$S_2$  - площадь, занимаемая заготовками арматурных изделий;

$S_3$  - площадь, занимаемая готовыми арматурными изделиями.

По аналогии с формовочным цехом  $S_2$  и  $S_3$  определяются по формуле:

$$S_2 = \frac{m_a Z_{ан}}{B_{рч} m_{ya}},$$

где  $Z_{ан}$  - запас арматурных изделий ( $Z_{ан} = 8$  ч);

$m_a$  - потребление арматурных изделий в год, т;

$m_{ya}$  - масса арматурных изделий, т/м<sup>2</sup> (таблица 6.2).

Запас полуфабрикатов и арматурных изделий в цехе должен быть равен 8 ч.

Усредненная масса арматурных элементов на 1 м<sup>2</sup> площади цеха с учетом проходов составляет, т: для изделий из стали < 12 мм - 0,01; , = 14...22 мм - 0,05; = 26...40 мм - 0,15; стержни - 1,0.

Исходя из этого рассчитывают площадь для заготовок  $S_2$ .

Ориентировочно площадь арматурного цеха можно рассчитать по формуле

$$S_{арм.ц} = Q/q, \text{ м}^2,$$

где  $Q$  - общий расход арматуры, т в год;

$q$  - съем арматурных каркасов в год с 1 м<sup>2</sup> площади цеха:

- для КПД - 1,5...2 т;

- для заводов ЖБИ - 5...4 т в год.

Съем готовых изделий в арматурном цехе составляет, т/м<sup>2</sup> в год:

- изготовление плоских каркасов при использовании одноточечных машин - 9,8 т (автоматизированных линий - 14,4 т);

- изготовление пространственных каркасов - 8,3 т;

- плоских сеток - 18,7 т;

- производство напрягаемой арматуры - 7,6 т.

После подбора оборудования и определения площади цеха определяют его габариты, пролет принимают 18 или 24 м, и приступают к компоновке оборудования.

Арматурные цехи производительностью от 4 до 10 тыс. т арматуры в год обеспечивают работу завода железобетонных изделий мощностью до 100 тыс. м<sup>3</sup>/год. Эти цехи оснащают механизированными и автоматизированными линиями.

Вывоз готовых арматурных изделий из арматурного в формовочные цеха завода обычно осуществляется с помощью самоходной тележки СМЖ-216А грузоподъемностью 10 т.

### 5.1. Нормы проектирования складов арматуры и арматурных цехов

Нормы проектирования складов арматуры, арматурных цехов и отделений приведены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 - Нормы проектирования арматурных цехов и складов

Наименование	Единица измерения	Норма
1. Запас арматурной стали на складе (в том числе сеток и каркасов, поступающих со стороны)	расчетные рабочие сутки	20 - 25
Примечания: 1. Расход арматурной стали принимается по чертежам изделий-представителей с учетом отходов, принимаемых по п.п. 8, 9. 2. Склады для хранения арматурной стали должны быть закрытыми и неотапливаемыми.		
2. Масса металла, размещаемого на 1 м <sup>2</sup> площади склада:		
сталь в мотках (бухтах)	т	1,2
сталь в прутках и сортовой прокат	"	3,2
полосовая сталь	"	2,1
листовая сталь	"	3,0
сетки в рулонах	"	0,4
бухты в бункерах	"	3,0
3. Коэффициент использования площади склада при хранении арматурной стали на стеллажах и в закрытых складах емкостью:		
до 500 т	-	3
свыше 500 т	-	2
Примечание. Коэффициентами не учитывается площадь под подъездные пути и фронт разгрузки.		
4. Запас готовых арматурных изделий в цехе	ч	8
5. Запас товарных арматурных сеток и каркасов на складе	сут.	1 - 4
6. Высота хранения сеток и каркасов:		
в горизонтальном положении	м	1,5
в вертикальном положении	м	4,0
7. Усредненная масса арматурных конструкций, размещаемых на 1 м <sup>2</sup> площади при хранении в цехе (с учетом проходов):		
из стали диаметром до 12 мм	т	0,01
то же, из стали диаметром от 14 до 22 мм	"	0,05
то же, из стали диаметром от 25 до 40 мм	"	0,15
8. Отходы арматурной стали классов:		

Наименование	Единица измерения	Норма
S240, S400, S500	%	2
S800	"	3
S500, S800, S1200	"	6
S1400, канаты	"	7
9. Отходы стали листовой и сортовой для закладных деталей при использовании:		
полосы	%	не более 2,0
листа	"	5,0

## 6. ТЕПЛОВАЯ ОБРАБОТКА ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ИЗДЕЛИЙ

Расчетные режимы тепловой обработки изделий (подъем температуры + изотермическое выдерживание + остывание) для достижения отпускной прочности бетонов на портландцементных после 12 часового последующего выдерживания приведены в таблицах 18 - 23 [2]. При применении химических добавок, модифицирующих свойства бетонной смеси, режимы тепловлажностной обработки следует корректировать.

## 7. ПРОЕКТИРОВАНИЕ БЕТНОСМЕСИТЕЛЬНЫХ ЦЕХОВ

### 7.1. Расчет основных параметров бетоносмесительных цехов.

При проектировании БСЦ следует учитывать, что на заводах ЖБИ, как правило, применяют гнездовую схему (по 2 смесителя в гнезде) - которая расположена в типовой секции 6×12 м. Два смесителя с одним комплектом дозаторов образуют секцию бетоносмесительного цеха. При 2-х секциях БСЦ имеет размер в плане 12×12 м, при 3-х секциях - 18×12 м.

Секции БСЦ располагают непосредственно у формовочного цеха со стороны размещения складов заполнителей и цемента, в шаге колонн зоны транспортирования бетонной смеси. Примыкание секции к формовочному цеху осуществляют 12-метровой стороной. При двух секциях и более, каждую последующую секция располагают вплотную к наружной двенадцатиметровой стороне первой или предыдущей секции.

По высоте БСЦ состоит из пяти отделений: надбункерного, бункерного, дозировочного, смесительного и отделения выдачи бетонной смеси. Общая схема БСЦ приведена на рисунке 7.1

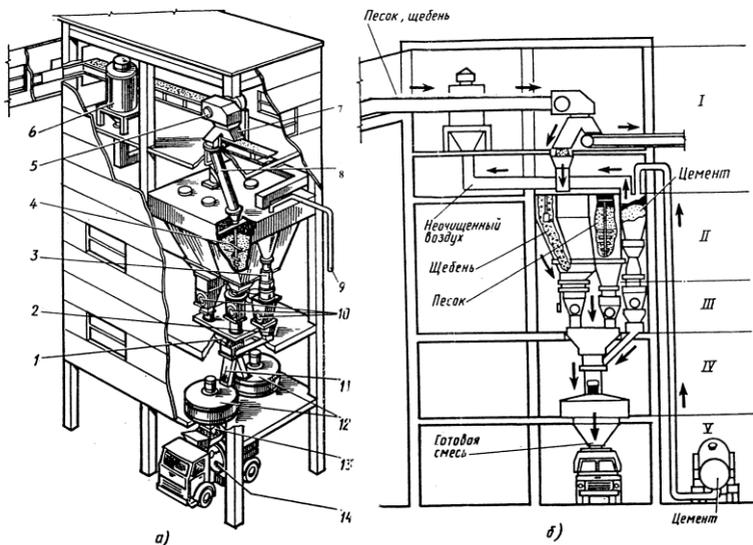


Рисунок 7.1 – Схема БСЦ:

а- общий вид, б – принципиальная схема: I – надбункерное отделение, II – бункерное отделение, III – дозировочное отделение, IV – смесительное отделение, V – отделение выдачи готовой смеси; 1 – сборная воронка, 2 – течка цемента, 3 – переходный патрубок, 4 – обрушитель свода песка, 5 – ленточный конвейер, 6 – циклон (улавливатель цемента), 7,11 – двухрукавные течки, 8 – поворотная воронка, 9 – тракт подачи цемента, 10 – дозаторы щебня, песка, цемента, 12 – бетоносмеситель, 13 – бункер готовой смеси, 14 - автобетоновоз.

Технологические расчеты по смесительному отделению сводятся к выбору типа и определению количества смесителей (определению числа секций); по бункерному отделению – к определению объема отсеков расходных бункеров заполнителей и цемента.

## 7.2 Нормы проектирования бетоносмесительных цехов

Производительность бетоносмесительных и раствормесительных цехов (отделений, установок) рассчитывается по максимальной часовой потребности в бетонных и растворных смесях. При этом суточный коэффициент неравномерности выдачи бетонной смеси принимается от 0,5 до 0,8. Нормы проектирования бетоносмесительных и раствормесительных цехов (отделений, установок) приведены в таблице 7.1.

Таблица 7.1- Нормы проектирования бетоносмесительных цехов

Наименование	Единица измерения	Норма
1. Расчетное количество замесов в час для приготовления на плотных заполнителях тяжелых бетонных и растворных смесей с автоматизированным дозированием составляющих:		
бетонные смеси, изготавливаемые в смесителях принудительного действия (жесткие и подвижные);	замес	35
бетонные смеси, изготавливаемые в смесителях гравитационного действия:		
при объеме готового замеса бетонной смеси 500 л и менее:		
подвижностью 1 - 4 см	замес	25
подвижностью 5 - 9 см	"	27
подвижностью 10 см и более	"	30
при объеме готового замеса бетонной смеси более 500 л:		
подвижностью 1 - 4 см	"	20
подвижностью 5 - 9 см	"	22
подвижностью 10 см и более	"	25
растворные смеси	"	25
2. Расчетное количество замесов в час для приготовления легких бетонных смесей в бетоносмесителях принудительного действия с автоматизированным дозированием составляющих при плотности бетона в высушенном состоянии:		
более 1700 кг/м <sup>3</sup>	замес	20
от 1400 до 1700 кг/м <sup>3</sup>	"	17
от 1000 до 1400 кг/м <sup>3</sup>	"	15
1000 кг/м <sup>3</sup> и менее	"	13
3. Наименьший угол наклона к горизонту течек	град.	60
4. Часовой коэффициент на неравномерность выдачи товарной бетонной смеси	-	0,8
5. Коэффициент выхода смесей в плотном теле:		
бетонных тяжелых и легких (только для конструкционного бетона)	-	0,67
легких (для конструкционно-теплоизоляционного бетона)	-	0,75
растворных	-	0,80
6. Количество отсеков для заполнителей и цемента в одной секции бетоносмесительного цеха (отделения) для:		
смесителей с объемом готового замеса 500 л		

Наименование	Единица измерения	Норма
и менее:		
щебень, гравий	шт	2
песок, золошлаковая смесь, шлаковый песок	"	2
цемент и зола-унос смесителей с объемом готового замеса более 500 л:	"	2
щебень, гравий	шт	4
песок, золошлаковая смесь, шлаковый песок	"	2
цемент, зола-унос декоративных заполнителей и цветных цементов:	"	2
заполнители	"	2 - 3
цемент	"	1 - 2
7. Запас материалов в расходных емкостях (бункерах и др.)		
заполнители (гравий, щебень, песок, золошлаковая смесь)	ч	1 - 2
цемент, зола-унос	"	2 - 3
раствор приготовленных добавок	"	4 - 5
8. Угол наклона ленточных конвейеров для подачи бетонных смесей (с гладкой лентой):		
подвижных	град.	до 10
жестких	"	до 15
9. Максимально-допустимая высота свободного падения бетонных смесей при их выдаче в транспортные емкости:		
на плотных заполнителях	м	до 2
на пористых заполнителях	"	до 1,5
10. Наибольшая допустимая температура при загрузке в бетоносмесители цемента и воды	°С	+60
11. Наибольшие допустимые температуры заполнителей при загрузке в бетоносмесители:		
плотных	°С	+40
пористых	"	+70
12. Наибольшие допустимые температуры бетонной смеси при выходе из смесителя:		
при обычном методе приготовления	°С	+35
при разогретых смесях	"	+60
13. Наименьшая допустимая температура бетонной смеси при выходе из смесителя в зимнее время:		
для изделий, формируемых в закрытых цехах	°С	+10
то же, на полигонах	"	+30

## **8. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ФОРМОВОЧНЫХ ЦЕХОВ**

### **8.1. Выбор способа производства**

При проектировании производства сборных ж/б изделий необходимо выбрать наиболее рациональный способ их изготовления, технологическую схему процесса, основное технологическое оборудование, режимы формования, оптимальную тепловую обработку.

Выбор технологического способа зависит от номенклатуры изделий, объема выпускаемой продукции в год каждого наименования и типоразмера, технических условий на изготовление продукции, особенностей армирования, составов бетона, режимов тепловлажностной обработки, размеров производственных цехов, технологического оборудования и т.д.

При выборе способа следует сравнить несколько вариантов, и тот, который требует наименьших капитальных затрат при обеспечении наименьшей себестоимости продукции следует предпочесть. Выбор способа производства осуществляют на основе планируемой производительности и конструктивно-технологических характеристик базового изделия.

Для выбора технологического способа необходимо сгруппировать изделия по однородным технологическим и конструктивным признакам, определить базовые изделия по каждой группе. За базовое изделие принимается наиболее массовый тип изделия или группа типоразмеров изделий одного вида (в курсовом проекте оно может задаваться преподавателем). Для базового изделия выбирается и обосновывается способ производства, составляется технологическая схема производства и расчет производственной мощности технологической линии.

Примерная структура способов производства: поточно-агрегатный способ – 55-58 %, конвейерный – 12-15 %, стендовый – 25 %, кассетный – 7 %.

Число и типы технологических линий назначают в зависимости от заданной номенклатуры изделий и мощности предприятия.

Независимо от способа производства расчетные режимы тепловой обработки изделий назначаются по нормам технологического проектирования [2] или с учетом научных данных и производственного опыта передовых предприятий.

### **8.2 Основы проектирования формовочных цехов**

Проектирование производственных зданий следует осуществлять с учетом размещения отдельных производств в унифицированных типовых пролетах (УТП), см. таблицу 8.1. Широкое распространение получил УТП-1 длиной 144 м и пролетом 18 м.

Технологическое оборудование следует располагать так, чтобы перемещаемые в технологическом процессе сырьевые материалы, полуфабрикаты и выпускаемые изделия транспортировались без взаимного пересечения путей их движения. Бетонная смесь и арматурные изделия

доставляются в цех, как правило, с одной стороны, а вывоз продукции организуют с другой стороны. Это обуславливает размещение в одной зоне бетоносмесительного и арматурного цехов, а в другой - склада готовой продукции.

*Таблица 8.1 – Унифицированные параметры производственных зданий*

Пролет, м	Высота помещения (отметка верха колонны), м	Грузоподъемность крана, т	Отметка головки подкранового рельса	Отметка верха консолей колонн, м, при шаге колонн, м	
				6	12
18; 24	8,4	5; 8; 12,5	6,15	5,2	-
18; 24	9,6; 10,8	5; 8; 12,5 5; 8; 12,5; 32	6,95; 8,15	5,8; 7,0	5,4; 6,6
18; 24; 30	12,6; 14,4	5; 8; 12,5; 32 5; 8; 12,5; 32	9,65; 11,45	-	8,1; 9,9

Поступление бетонной смеси в формовочный цех из бетоносмесительного цеха чаще осуществляется в пределах самого крайнего шага продольных несущих конструкций. Поэтому в первом шаге колонн цеха (12 м) предусмотрены пути бетоновозной эстакады либо ленточные конвейеры, которые обеспечивают доставку бетонной смеси в формовочный цех. При этом в 12-метровом шаге колонн можно расположить четыре транспортных пути подачи бетонной смеси с отметками низа бетоновозной эстакады +4,800 и верха +5,600 м. Фактическая численность путей на эстакаде или ленточных транспортеров определяется производительностью и числом формовочных цехов в блоке производственного корпуса предприятия. При этом нужно учитывать, что при максимально допустимом числе пролетов в блоке производственного корпуса достигающем 8, один путь бетоновозной эстакады может обеспечить подачу в цеха не более 72 тыс. м<sup>3</sup> бетонной смеси.

В противоположном конце цеха от места подачи бетонной смеси размещают ворота (размером 3,6x4,2 м) для вывоза изделий на склад готовой продукции. Поскольку формовочные цеха имеют влажный режим помещений, ворота и технологические проемы должны иметь воздушно-тепловые завесы и тамбур-шлюзы (ширина тамбур-шлюза достигает 5,8 м). Устройство тамбур-шлюза дает возможность размещать в шестиметровой зоне у торцевой стены в двух третях пролета необходимые подсобные и производственные помещения: лаборатории, ОТК, комнаты отдыха, санузлы и т.п. В одной трети пролета размещают самоходную тележку для вывода готовой продукции на склад.

Виброплощадки и формовочные машины поточно-агрегатных и полуконвейерных линий располагаются параллельно продольным осям здания и друг другу на расстоянии 10...15 м от торцевой стены формовочного цеха.

Ямные пропарочные камеры размещаются блоками на расстоянии 4...6 м от формовочных постов. По длине пролета в одном блоке располагаются две камеры с общей средней стенкой. Расстояние между блоками камер по длине

принимается 1,0...1,2 м. По периметру блоков камер должны предусматриваться площадки обслуживания шириной 0,8 м. Расстояние между колонной и площадкой обслуживания с стороны главного цехового прохода, должно быть не менее 1,5 м, а со стороны второстепенного прохода, должно быть не менее 0,8 м.

Расстояние между технологическими постами конвейерных и полуконвейерных линий при шаговом перемещении форм принимается 0,8...1,0 м.

Целевые подпольные камеры тепловой обработки изделий в составе конвейерных линий рекомендуется размещать на расстоянии не менее одного метра от внутренних граней колонн железобетонного каркаса производственного здания.

### 8.3 Расчет площади формовочного цеха

Необходимая *общая площадь формовочного цеха*  $S_{ц}$  определяется как *производственная площадь* (для размещения оборудования с учетом рабочих мест, проходов и проездов) плюс *вспомогательная площадь*, в соответствии с нормами технологического проектирования.

*Вспомогательная площадь* включает:

- площадь для хранения резервных форм и оснастки;
- площадь для хранения запаса столярных изделий, теплоизоляционных и отделочных материалов и комплектующих;
- для текущего ремонта форм;
- площадь, занимаемая тележкой для вывоза готовых изделий;
- площадь для распалубки и подготовки форм;
- для хранения запаса арматурных изделий;
- площадь, занимаемая бетоновозной эстакадой;
- площадь для выдержки готовых изделий перед отправкой на склад готовой продукции (при температуре наружного воздуха ниже 0 °С).

Общая площадь цеха определяется по формуле:

$$S_{ц} = [(S_1 + S_2 + \dots + S_6)K_1 + S_{\text{бет.эст.}} + S_{\text{склад.изд}}],$$

где  $S_1$  - площадь, занятая формующей машиной и пропарочными камерами (производственная площадь);

$S_2$  - площадь для хранения резервных форм и оснастки;

$S_3$  - площадь для хранения запаса столярных изделий и комплектующих;

$S_4$  - площадь для ремонта форм (или изделий);

$S_5$  - площадь под тележкой для вывоза готовой продукции (для ввоза

арматурных изделий);

$S_6$  - площадь для распалубки и подготовки форм;

$K_1$  - коэффициент, учитывающий проходы и проезды ( $K_1 = 1,5$ );

$K_2$  - коэффициент, учитывающий вид крана (для мостового крана  $K_2 = 1,3$ );

$S_{\text{армат}}$  - площадь для хранения запаса арматурных изделий;

$S_{\text{бет.эст}}$  - площадь, занимаемая бетоновозной эстакадой;

$S_{\text{склад,изд}}$  - площадь для выдержки готовых изделий перед отправкой на склад готовой продукции.

Расчет *вспомогательных* площадей приведен в методическом пособии [4].

Требуемую площадь под формующей машиной и пропарочными камерами определяют по формуле

$$S_1 = (S'_1 + S''_2),$$

а производственную

$$S_{\text{произв}} = (S'_1 + S''_2)K_1K_2,$$

или

$$S_{\text{произв}} = \frac{P_{\Gamma}}{C_{\text{пр}}},$$

где  $S'_1 + S''_2$  - соответственно площадь, занятая формующим агрегатом и пропарочными камерами;

$C_{\text{пр}}$  - съём продукции с 1 м<sup>2</sup> производственной площади цеха;

$P_{\Gamma}$  - годовая производительность цеха, м<sup>3</sup>/год.

При конвейерном способе производства производственной считается площадь, занятая конвейерной линией.

Через съём продукции необходимая производственная площадь может определяться исходя из среднеотраслевых показателей съема готовой продукции с 1 м<sup>2</sup> производственной площади, м<sup>3</sup>/м<sup>2</sup> в год (таблица 8.2).

**Таблица 8.2 – Нормы съёма продукции с 1 м<sup>2</sup> производственной площади цеха, м<sup>3</sup>**

Конструкция	Способ производства				
	поточно-агрегатный	полуконвейерный	конвейерный	кассетный	стендовый
Плиты покрытия для промзданий: - 3x6м - 3x12м	14,8	12-16 11,9	10,2-21,2 21,2	100	4-6

Многopустотные панели 3x7,2м	10				
Наружные стеновые панели (L = 6 - 12 м)	13-15	17-19	19-23		
Внутренние стеновые панели (перегородки промзданий)	79	14-20	335	391	100
Блоки фундаментов	12-16	17-20			
Фермы и балки на коротких стендах - фермы до 24м - балки до 18м - то же на линейных стендах					2-5,1 0,35 3,4-6,5
Опоры ЛЭП	4-6	5-7	-	-	-
Объемные элементы	-	-	-	-	6-8
Трубы	-	8-22	-	-	'_

В проектных расчетах можно принимать усредненные значения норм съема продукции с 1 м<sup>2</sup> производственной площади:

- для наружных трехслойных панелей – 9,2 м<sup>3</sup>/ м<sup>2</sup> ;
- для наружных однослойных панелей – 14,5 м<sup>3</sup>/ м<sup>2</sup> ;
- для свай, колонн, ригелей, и др. длинномерных изделий – 11,7 м<sup>3</sup>/ м<sup>2</sup> .

Ширину пролета цеха принимают 18 или 24 м. В зависимости от полученного значения длину цеха принимают 144 м (УТП-1), или иную длину.

После расстановки оборудования и выполнения графической части определяют фактическую площадь цеха.

## 8.4 Нормы проектирования формовочных цехов

Нормы проектирования формовочных цехов (отделений) *общие* для всех способов формования бетонных и железобетонных изделий, приведены в таблице 8.3.

При формовании изделий на *поточно-агрегатном* производстве нормы проектирования представлены в таблице 8.4, на *конвейерном* производстве - в таблице 8.5, при производстве на *стендах* - в таблице 8.6, при производстве изделий в *кассетах* - в таблице 8.7.

### 8.4.1 Общие нормы проектирования

Таблица 8.3 Общие нормы

Наименование	Единица измерения	Норма
1. Запас в формовочном цехе (пролете) арматурных сеток и каркасов, в т.ч. пространственных	ч	4
2. Усредненная масса арматурных изделий,		

Наименование	Единица измерения	Норма
размещаемых горизонтально на 1 м <sup>2</sup> площади при хранении в формовочном цехе (с учетом проходов), из стали диаметром:		
до 12 мм	т	0,01
от 14 до 22 мм	"	0,05
от 26 до 40 мм	"	0,15
3. Запас столярных изделий и утеплителя	ч	4
4. Запас отделочных материалов на линиях формования	ч	4
5. Объем (в бетоне) железобетонных изделий, приходящихся на 1 м <sup>2</sup> площади в период остывания, выдержки, контроля и доводки в цехе при хранении:		
в горизонтальном положении:		
ребристые панели	м <sup>3</sup>	0,35
пустотелые панели	"	1,0
линейные элементы сложной формы	"	0,6
в вертикальном положении - панели в кассетах (с учетом площади, занимаемой стеллажами) при ширине панелей, м:		
до 3	"	1,3
более 3	"	1,5
6. Высота штабеля хранения резервных форм в цехе	м	2,5
7. Резервное количество форм на ремонт для форм:		
индивидуальных	%	5
переналаживаемых и переснащаемых	"	7
8. Площадь для складирования форм и оснастки:		
на каждые 100 т форм, находящихся в эксплуатации (кроме предприятий КПД)	м <sup>2</sup>	20
то же, для предприятий КПД	"	30
9. Площадь для текущего ремонта форм на 100 т форм, находящихся в эксплуатации	м <sup>2</sup>	30
10. Площадь для переснастки форм предприятий КПД	"	100
11. Отходы и потери бетонной смеси при ее транспортировании и формовании изделий	%	1,5
в том числе:		
утилизируемые отходы	%	1,0
безвозвратные потери	"	0,5
12. Расход смазки на 1 м <sup>2</sup> развернутой поверхности форм и кассет	кг	0,2
13. Количество изделий, подвергаемых устранению дефектов в % от общего выпуска	%	5
14. Объем некондиционных железобетонных и бетонных изделий, подвергаемых утилизации	%	0,7
15. Расчетная усредненная температура электронагрева арматурной стали (для определения расходов электроэнергии):		

Наименование	Единица измерения	Норма
стержневой	°С	400
проволочной	"	350
16. Максимальная скорость ленты транспортера при подаче бетонной смеси	м/с	1
17. Максимальное количество промежуточных перегрузок бетонной смеси при подаче к постам формования от смесителя до укладки в форму (без учета выгрузки из бетоносмесителя и загрузки в форму):		
холодная смесь на плотных заполнителях	шт	3
холодная смесь на пористых заполнителях	"	2
разогретая (независимо от вида смеси)	"	2
18. Максимальная длительность выдерживания бетонных смесей от момента ее выгрузки из смесителя до укладки в форму:		
тяжелых и легких конструкционных	мин.	45
легких конструкционно-теплоизоляционных	"	30
19. Количество видов отделки ограждающих конструкций на предприятиях КПД мощностью:		
до 100 тыс. м <sup>2</sup> общей площади в год	шт	не менее 2
более 100 тыс. м <sup>2</sup>	"	не менее 4
20. Уровень механизации	%	не менее 50
21. Уровень автоматизации	%	не менее 30

#### 8.4.2. Поточно-агрегатное производство

Поточно-агрегатный способ производства является наиболее распространенным. Он является наиболее выгодным для мелкосерийного производства. Этот способ позволяет использовать различное технологическое оборудование, различные по размерам формы, изготавливать широкую номенклатуру изделий. При небольших производственных площадях, несложном технологическом оборудовании и небольших затратах на строительство этот способ дает высокий съём продукции с 1 м<sup>2</sup> производственной площади цеха. Технологические посты не зависят один от другого, ритм работы одного и того же поста может изменяться: от 10-16 мин на посту укладки бетонной смеси до 6—12 ч на посту тепловой обработки.

При проектировании технологической линии расчет начинают с установления количества главных агрегатов (бетоноукладчики, виброплощадки, камеры ТВО и др.).

При формировании изделий, характеристика которых значительно отличается (в сторону усложнения) от приведенных в таблице 8.ж, продолжительность ритма может быть увеличена против указанной, но не более, чем на 20 %.

**Таблица 8.4 Нормы проектирования поточно-агрегатного производства**

Характеристика формуемых изделий	Максимальная продолжительность ритма работы линий, мин. при длине изделий			
	до 6 м		более 6 м	
	объем бетона в одной формовке, м <sup>3</sup>			
	до 1,5	1,5 - 3,5	до 3,5	3,5 - 5
1. Изделия однослойные несложной конфигурации	12	15	20	25
2. Изделия однослойные сложной конфигурации, в одной форме	15	20	30	35
3. Изделия многослойные, крупногабаритные сложного профиля	20	30	35	40

### 8.4.3 Конвейерное производство

Конвейерные линии наиболее эффективны при специализированном производстве изделий одного вида и типа: панелей покрытий и перекрытий, стеновых панелей наружных и внутренних, дорожных плит и др. Линия дает возможность изготавливать панели высокой заводской готовности при максимальной механизации процессов формования и отделке на всех постах. Пооперационное расчленение технологического процесса и узкая специализация обеспечивают высокую производительность труда.

Конвейерные линии могут быть периодического и непрерывного действия. На линиях периодического действия перемещение форм с изделиями происходит с определенными интервалами - ритмом.

Ритм конвейера определяется по наиболее загруженному его посту: посту формования, посту напряженного армирования с натяжением арматуры. Для обеспечения непрерывности и ритмичности работы конвейера с принятым ритмом необходимо, чтобы затраты времени на выполнение отдельных элементарных циклов на постах были равны между собой или кратны этому ритму. Если производительность линии не задана, то ритм рассчитывают по операциям, сравнивают с указанным в ОНТП и затем, рассчитывают производительность линии [4].

Число форм-тележек определяется производительностью линии, режимом тепловой обработки. Время формовочного ритма определяется временем наиболее загруженного поста.

Тепловые агрегаты являются частью конвейерного кольца и работают в принудительном ритме, что обуславливает одинаковые или кратные расстояния между технологическими постами (шаг конвейера). На конвейерных линиях

применяют тепловые агрегаты непрерывного (горизонтальные щелевые и вертикальные камеры башенного типа) и периодического действия (многоярусные щелевые и ямные камеры). Наибольшее распространение получили конвейеры периодического действия с формами, передвигаемыми по рельсам. Число постов на конвейерных линиях составляет 6...17, ритм конвейера 10...22 мин, скорость перемещения — 0,9...1,3 м/с. Общая длина конвейера может достигать 120 м.

Нормы проектирования конвейерного производства приведены в таблице 15. При формовании изделий, характеристика которых значительно отличается (в сторону усложнения) от приведенных в таблице, продолжительность ритма может быть увеличена, против указанной в таблице, но не более, чем на 20 %. При распределении операций по постам, выборе оборудования, назначении количества постов и т.п., кроме учета регламентированных затрат времени (перерывов) добавляется резерв на неравномерность к продолжительности технологических операций, в среднем 15 %. Общая продолжительность операций с резервами не должна превышать ритмы, приведенные в таблице 15.

**Таблица 8.5 Нормы проектирования конвейерного производства**

Характеристика формуемых изделий	Максимальная продолжительность ритма работы линии, мин. при объеме бетона в одной формовке, м <sup>3</sup>	
	до 3,5	от 3,5 до 5
1. Изделия однослойные несложной конфигурации	12	22
2. Изделия однослойные сложной конфигурации, несколько изделий в одной форма	18	28
3. Изделия многослойные, крупногабаритные сложного профиля	25	35

#### **8.4.4 Стендовое производство**

Стендовую технологию целесообразно применять при изготовлении длинномерных тяжелых конструкций, особенно предварительно напряженных (подкрановые балки, фермы и т.д.) в закрытых цехах и на открытых полигонах. Особенностью стендового способа производства является то, что все технологические процессы (установка арматурных каркасов, формование, твердение бетона, распалубка, чистка форм и т.д.) выполняются на одном месте. Этот способ экономичен для изготовления изделий малыми сериями.

При стендовом способе производства формование изделий производится в стационарных неперемещаемых формах, а оборудование перемещается от одной формы к другой. Непосредственно в форме производится тепловая обработка изделий. Уплотнение бетонной смеси осуществляется навесными или глубинными вибраторами.

Широкое распространение получили плоские стенды, представляющие собой бетонную гладкую площадку, которая разделена на отдельные формовочные линии. По способу организации работы плоские стенды делятся на протяжные (длинные), пакетные и короткие.

Протяжные (длинные) стенды используют для изготовления длинномерных изделий с большим поперечным сечением и большой высотой, пакетные - для изделий с небольшим поперечным сечением. Короткий стенд состоит из отдельных стационарных формовочных постов в виде силовых форм, в которых изготавливаются предварительно напряженные железобетонные фермы, балки и др.

Разновидностью стендового способа являются силовые формы, формы с виброуплотняющим оборудованием, установки для изготовления объемных элементов и др.

**Таблица 8.6 Нормы проектирования стендового производства**

Наименование	Единица измерения	Норма
1. Оборачиваемость стендов длиной до 100 м при изготовлении предварительно-напряженных балочных конструкций	сут.	1
2. То же, для коротких стендов и силовых форм	сут.	1
3. Максимальный угол отклонения: крайней проволоки от оси пакета каната диаметром 9 - 15 мм между концевой диафрагмой и упором относительно оси со стороны натяжения	град.	6
то же, с хвостовой стороны	"	4
то же, стержня с обеих сторон стендовой линии	"	10
4. Температурный перепад (разность температур натянутой арматуры в зоне нагрева и устройства, воспринимающего усилия натяжения при прогреве бетона)	°С	6
		не более 65

#### 8.4.5 Кассетное производство

Кассетный способ производства является разновидностью стендового. Кассетные установки работают по стендовой схеме организации производства, при которой выполнение всех технологических операций происходит последовательно на одном посту, в одной установке, а подача арматурных каркасов, извлечение и транспортирование готовых панелей выполняются мостовыми кранами. При кассетном способе производства изделия формуют и осуществляют их тепловлажностную обработку в неподвижной вертикальной кассетной установке.

Кассетные установки периодического действия работают по стендовому способу и их оборачиваемость не превышает 1,5...2 формовки в сутки. Повысить

производительность кассетных установок периодического действия можно путем применения двухстадийной тепловой обработки, когда изделие в кассете набирает 40-45 % марочной прочности, после чего их распалубливают и изделия дозревают в камерах твердения.

При проектировании линий с кассетными установками необходимо провести раскладку изделий по кассетам, определить требуемую производительность и их количество.

**Таблица 17** **Нормы проектирования кассетного производства**

Наименование	Единица измерения	Норма
1. Количество отсеков в кассете при изготовлении панелей	шт	8 - 14
2. Максимальная продолжительность операций для 10-отсечной кассеты:		
распалубка (разборка кассеты и извлечение изделий)	мин.	60
подготовка кассеты (чистка, смазка, установка арматуры и закладных деталей, сборка кассеты)	мин.	120
укладка и уплотнение бетонной смеси вибрированием	мин.	60
При применении кассет с другим количеством отсеков к нормам вводятся коэффициенты:		
для 8-отсечной кассеты		0,8
для 12- "-		1,2
для 14- "-		1,4
3. Среднее количество оборотов кассет в сутки при двухсменном формовании	оборот	Определяется по графику в зависимости от длительности формования и тепловой обработки, количества кассет в пролете и др. факторов, но не менее одного оборота в сутки.
4. Площадь для текущего ремонта кассет на один пролет: при количестве кассет до 5	м <sup>2</sup>	до 50

Наименование	Единица измерения	Норма
то же, более 5	"	до 100

## 9. СКЛАДЫ ГОТОВОЙ ПРОДУКЦИИ

Склады готовой продукции заводов ЖБИ располагают перпендикулярно формовочным цехам и выполняют их, как правило, открытыми. Склады готовой продукции должны быть связаны автомобильной дорогой с проездом общего пользования.

Вывоз изделий из формовочного цеха обычно осуществляется с противоположной стороны от подачи бетона в цех. В формовочный цех путь тележек заходит на 36 м (три секции по 12 м). Максимальная длина пути на склад составляет 120 м. Для выезда тележек с изделием из формовочного цеха предусматриваются ворота габаритами 4,8×5,6 (4,0×4,2) м. Вывоз изделий из формовочного цеха осуществляют при помощи самоходной тележки СМЖ-151 (грузоподъемность 20 т, габариты 8×2,5×0,8 м, скорость передвижения 31,6 м/мин) и тележки-прицепа (грузоподъемность 20 т).

Площадь, необходимая для складирования изделий в формовочном цехе или на складе готовой продукции:

$$S_{\text{си}} = \frac{V_{\text{и}} P_{\text{г}} Z_{\text{и}}}{B_{\text{рс}} H_{\text{и}}} K_1 K_2,$$

где  $P_{\text{г}}$  – годовой выпуск изделий, м<sup>3</sup>;

$B_{\text{рс}}$  – годовой фонд рабочего времени, сут;

$Z_{\text{и}}$  – нормативный запас готовых изделий, сут;

$V_{\text{и}}$  – объем бетона, приходящийся на 1 м<sup>2</sup> площади при складировании изделий;

$H_{\text{и}}$  – норма складирования изделий, м<sup>3</sup>/м<sup>2</sup>;

$K_1$  – коэффициент, учитывающий проходы между штабелями изделий;

$K_2$  – коэффициент, учитывающий проезды и площадь под путями кранов, тележек, под железнодорожные пути, проезд автомашин.

Склады готовой продукции целесообразно комплектовать из готовых типовых секций. В этом случае необходимо выбрать тип и определить количество секций

$$N = S_{\text{си}} / S_{\text{ск}},$$

где  $S_{\text{ск}}$  – площадь одной секции склада, м.

$S_{\text{си}}$  – площадь, необходимая для складирования изделий на складе.

Схемы складирования различных железобетонных изделий приведены в

приложении Г.

### 9.1. Нормы проектирования складов готовой продукции

Нормы проектирования складов готовой продукции приведены в таблице 9.1.

Таблица 9.1 - Нормы проектирования складов готовой продукции

Наименование	Единица измерения	Норма
1. Запас готовых изделий на складе: для всех заводов, кроме КПД	расчетные рабочие сутки	10 - 14
для заводов КПД мощностью:		
до 140 тыс. м <sup>2</sup> общей площади	"	15 - 20
свыше 140 тыс. м <sup>2</sup>	"	10 - 14
2. Высота штабелирования изделий при хранении в горизонтальном положении	м	не более 2,5
3. Объем изделий, хранящихся в горизонтальном положении на 1 м <sup>2</sup> площади склада:		
ребристые панели (в бетоне)	м <sup>3</sup>	0,5
пустотные панели (в объеме)	"	1,8
линейные элементы простой формы (в бетоне)	"	1,8
линейные элементы усложненной формы (в бетоне)	"	1
4. Объем изделий (панелей), хранящихся в вертикальном положении в стеллажах на 1 м <sup>2</sup> площади склада	м <sup>3</sup>	1,2
5. Коэффициент использования площади склада, учитывающий проходы между штабелями изделий	-	1,5
6. Минимальная ширина проходов между штабелями	м	0,8
7. Коэффициент, учитывающий проезды и площадь под путями кранов, тележек, площади под проезд автомашин и под ж/дорожные пути для складов с кранами:		
мостовыми	-	1,3
башенными	-	1,5
козловыми	-	1,7

## 10. ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

В целях охраны окружающей среды должны предусматриваться мероприятия, обеспечивающие содержание вредных веществ в атмосферном воздухе и в воде водоемов санитарно-бытового водопользования в соответствии с предельно

допустимыми концентрациями (ПДК).

Запыленный воздух от технологических систем (пневмотранспорт цемента и др.) и аспирационных систем, расположенных в цехах и помещениях (бетоносмесительных цехах, складах цемента, отделениях по приготовлению фактурных составов и др.) перед выбросом в атмосферу должен подвергаться очистке от цементной пыли с эффективностью не менее 99 %.

Вода, используемая для промывки технологического оборудования и содержащая различные примеси (частицы цемента, смазки, масла и др.) должна подвергаться очистке на локальных очистных сооружениях до концентраций, при которых она снова может поступать на технологические нужды для обеспечения бессточного производства.

## **11. ОСНОВНЫЕ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ**

К основным технико-экономическим показателям (ТЭП) проектов заводов сборного железобетона относятся:

- себестоимость (руб./ м<sup>3</sup>);
- выработка на одного рабочего (в тыс. руб., или м<sup>3</sup>);
- трудоемкость (чел.-ч/ м<sup>3</sup> или чел.-ч/ м<sup>2</sup>).

Примерные показатели разработанные для заводов крупнопанельного домостроения мощностью 115 - 335 тыс. м<sup>2</sup> общей площади и заводов промышленного строительства мощностью 50,0 - 200,0 тыс. м<sup>3</sup> различной номенклатуры и ассортимента приведены в нормах технологического проектирования[2].

*ПРИЛОЖЕНИЕ А*  
*(справочное)*

**Перечень новых стандартов, гармонизированных с европейскими**

1. СТБ EN 206-1-2009 Бетон. Часть 1. Требования, показатели, изготовление и соответствие. – Минск: Госстандарт, 2009.
2. СТБ EN 934-2-2009 Добавки в бетон, раствор и нагнетаемый раствор. – Минск: Госстандарт, 2009.
3. СТБ EN 10080-1009 Арматурная сталь для бетона. Сварная арматурная сталь. Общие положения. – Минск: Госстандарт, 2009.
4. СТБ EN 10138-2-2009 Напрягаемая арматура. Часть 2. Проволока. – Минск: Госстандарт, 2009.
5. СТБ EN 101380-4-2009 Напрягаемая арматура. Часть 4 Стержни. – Минск: Госстандарт, 2009.
6. СТБ EN 1168-2009 Изделия сборные железобетонные. Плиты многопустотные. – Минск: Госстандарт, 2009.
7. СТБ EN 12839-2009 Изделия сборные железобетонные. Элементы оград. – Минск: Госстандарт, 2009.
8. СТБ EN 13224-2009 Изделия сборные железобетонные. Плиты перекрытия ребристые. – Минск: Госстандарт, 2009.
9. СТБ EN 13225 -2009 Изделия сборные железобетонные. Линейные элементы конструкций. – Минск: Госстандарт, 2009.
10. СТБ EN 13747 -2009 Изделия сборные железобетонные. Плиты для конструкций перекрытий. – Минск: Госстандарт, 2009.
11. СТБ EN 14843 -2009 Изделия сборные железобетонные. Лестницы. – Минск: Госстандарт, 2009.
12. СТБ EN 14844 -2009 Изделия сборные железобетонные. Элементы коробчатого сечения. – Минск: Госстандарт, 2009.

13. СТБ EN 14991 -2009 Изделия сборные железобетонные. Элементы фундаментов. – Минск: Госстандарт, 2009.
14. СТБ EN 14992 -2009 Изделия сборные железобетонные. Сборные стеновые элементы. – Минск: Госстандарт, 2009.
15. СТБ EN15050 -2009 Изделия сборные железобетонные. Элементы мостов. – Минск: Госстандарт, 2009.

**ПРИЛОЖЕНИЕ Б**  
(справочное)

**Нормы расхода цемента, заполнителей и других материалов**

*Таблица Б.1 - Укрупненные расходы цемента*

Вид бетона	Технология	Проектные		марка цемента	Расход цемента, кг/м <sup>3</sup>
		класс бетона	марка бетона		
Тяжелый	Агрегатно-поточная и конвейерная	C-/7,5 (B 7,5)	100	300	230
		C10/12,5 (B 12,5)	150	300	270
		C12/15 (B 15)	200	400	280
		C20/25 (B 25)	300	400	370
		C25/30 (B 30)	400	500	400
		C32/40 (B 40)	500	600	450
		C45/55 (B 45)	600	600	550
	Стеновая	C12/15 (B 15)	200	400	320
		C20/25 (B 25)	300	500	370
		C25/30 (B 30)	400	500	450
		C32/40 (B 40)	500	600	500
	Кассетная	C10/12,5 (B 12,5)	150	400	320
		C12/15(B 15)	200	400	390
		C20/25 (B 25)	300	500	440
Легкий	Агрегатно-поточная и конвейерная	C-/2,5 (B 2,5)	50	400	220
		C-/5 (B 5)	75	400	240
		C-/7,5 (B 7,5)	100	400	260
		C10/12,5 (B 12,5)	150	400	290
		C12/15(B 15)	200	400	340
		C20/25 (B 25)	300	500	380

Вид бетона	Технология	Проектные		марка цемента	Расход цемента, кг/м <sup>3</sup>
		класс бетона	марка бетона		
Мелкозернистый (в т.ч. для фактурных слоев)	Агрегатно-поточная и конвейерная	C25/30 (B 30)	400	600	450
		C-/7,5 (B 7,5)	100	400	340
		C10/12,5 (B 12,5)	150	400	380
		C12/15(B 15)	200	400	420
		C20/25 (B 25)	300	500	460

**Таблица Б.2 - Класс цемента по госту 31108-2003 «Цементы общестроительные. Технические условия»**

Марка цемента	200	300	400	500
Класс прочности цемента	22,5	32,5	42,5	52,5

**Таблица Б.3 – Расходы заполнителей**

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

**Таблица Б.4 – Зерновой состав заполнителей**

Наибольшая крупность зерен, мм	Зерновой состав заполнителей в % по объему, мм			
	5 - 10	10 - 20	20 - 40	40 - 70
10	100	-	-	-
20	35	65	-	-
40	25	25	50	-
70	15	20	25	40

**Таблица Б.5 – Насыпная плотность заполнителей**

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

**Таблица Б.6 – Выбор вида и количества химических добавок**

Вид бетона	Вид добавок	Расход (на сухое вещество), % от массы цемента	Концентрация рабочего раствора, %
Тяжелый и легкий конструкционный	Пластифицирующие	0,15	5,0
	Ускорители твердения	1,5	10,0
	Воздухововлекающие	0,02	3,0
	Суперпластификаторы	0,5	5,0
Легкий конструкционно-теплоизоляционный	Воздухововлекающие	0,2	3,0

**ПРИЛОЖЕНИЕ В**  
(справочное)

**Характеристики типовых складов заполнителей и цемента**

*Таблица В.1 - Техническая характеристика типовых складов цемента*

Тип склада	Вместимость, т	Число силосов	Годовой грузооборот, тыс. т
Прирельсовый	240	4	11,5
	360	6	17,3
	480	4	24,5
	720	6	36,7
	1100	4	71,4
	1700	6	102
	2500	6	138,6
	4000	6	204
Притрассовый	240	4	11,5
	360	4	17,3
	480	6	23
	720	6	34,5

*Таблица В. 2 - Технические характеристики прирельсовых автоматизированных складов заполнителей (склады песка и щебня)*

Тип склада	Вместимость, тыс. м <sup>3</sup>	Годовой грузооборот, тыс. м <sup>3</sup>	Размеры площади, м
------------	----------------------------------	--	--------------------

			/длина х ширину/
Штабельно-полубункерный	5,5	150	108 х 30
	8	220	144 х 30
	10	250	180 х 30
Полузакрытый штабельно-полубункерный	3	85	92 х 37
	6	175	132 х 37
	9	250	148 х 37
Закрытый штабельно-полубункерный	3	85	116 х 30
	6	170	146 х 30
Закрытый радиально-штабельный	5,5	40	70 х 55
Силосный	4	114	81 х 30
Полубункерно-эстакадный	4,5	120	72 х 30
	7,5	200	180 х 30
	10	250	144 х 30



## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 **СНБ 5.03.02-03**. Строительные нормы РБ. Производство сборных бетонных и железобетонных изделий. – Минск, 2003.
- 2 Общесоюзные нормы технологического проектирования предприятий сборного железобетона (**ОНТП-07-85**) / Минстройматериалов СССР. – М.; 1986.
- 3 **ТКП 45-3.01-155-2009**. Генеральные планы промышленных предприятий. Строительные нормы проектирования. – Мн.: Министерство архитектуры и строительства РБ, 2007.
- 4 **Васильев С.Г.** и др. Проектирование предприятий сборного железобетона: Метод. указ. по курс. проектир. – Гомель, 1999. – 52 с.
- 4 **РДС 1.01.13-99**. Порядок разработки, согласования и утверждения технологической документации на предприятиях промышленности строительной индустрии.- Мн.: Министерство архитектуры и строительства РБ, 2000 - 9с.
- 5 **Строительные машины**: справочник / под ред. М. Н. Горбовца. – М. : Стройиздат, 1991. – 496 с.
- 6 **Сапожников, М. Я.** Механическое оборудование предприятий строительных материалов и конструкций : учеб. пособие / М. Я. Сапожников. – М. : Стройиздат, 1971. – 382 с.
- 7 **Справочник по оборудованию заводов строительных материалов** : справочник / под ред. М. Я. Сапожникова, Н. Е. Дроздова. – М. : Стройиздат, 1974. – 487 с.
- 9 **ТКП 45-1.03.40-2006**. Безопасность труда в строительстве. Общие требования. – Мн.: Министерство архитектуры и строительства РБ, 2007.
- 10 **Баженов Ю.М** Проектирование предприятий по производству строительных материалов и изделий. Учебник. М.: Изд-во АСВ, 2005г.-472 с.
- 11 **Цителаури Г.И.** Проектирование предприятий сборного железобетона: Учебник для вузов. – М.: Высшая школа, 1986. – 312 с.
- 12 **Яшина Т.В.** Технологические линии по производству сборных ж/б изделий. – Гомель: БелГУТ, 1999. – 180 с.
- 13 **Яшина Т.В.** Технологическая документация на производство сборных ж/б изделий. : Пособие – Гомель: БелГУТ, 2004-91 с.
- 14 **Справочник по производству сборных железобетонных изделий** / Под ред. К.В. Михайлова, А.А. Фоломеева. – М.: Стройиздат, 1982. – 440 с.
- 15 **Шерешевский И.А.** Промышленные здания. – Л.: Стройиздат, 2005г.
- 16 **Белецкий Б.Ф., Булгакова И.Г.** Строительные машины и оборудования. Ростов-на-Дону. Феникс, 2005 – 606 с.
- 18 **Реконструкция промышленных предприятий**: Справочник строителя в 2-х томах / В.Д. Топчий и др. – М.: Стройиздат, 1990.
- 19 **Осмоловская М.Г., Пантюхов О.Е., Яшина Т.В.** Технология заводского производства железобетонных изделий, монолитного и приобъектного бетонирования: Учеб. метод. пособие. – Гомель: БелГУТ, 2008. – 36 с.