

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

**УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«БРЕСТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

КАФЕДРА ТЕХНОЛОГИИ БЕТОНА И СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

**ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ
ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРЕДПРИЯТИЯ
СБОРНОГО ЖЕЛЕЗОБЕТОНА**

**ЧАСТЬ 3: ТЕХНОЛОГИЯ И ОРГАНИЗАЦИЯ
ПРОИЗВОДСТВА ПРЕДПРИЯТИЙ
СТРОИТЕЛЬНОЙ ИНДУСТРИИ**

Конспект лекций для студентов специальности
70 01 01 «Производство строительных изделий и конструкций»

Под общей редакцией В.В. Тура и Г.В. Сырицы

Брест 2008

Сырица Г.В., Тур В.В., **Довнар Н.И.**, Басов В.С. Технологическое проектирование предприятия сборного железобетона. Часть 3: Технология и организация производства предприятий строительной индустрии/ Под общ. ред. В.В. Тура и Г.В. Сырицы.– Брест: БГТУ, 2008.
– с.

Настоящий конспект лекций является вспомогательным методическим материалом студентам специальности «Производство строительных изделий и конструкций» при выполнении комплексного курсового проекта по технологическому проектированию предприятий сборного железобетона и дипломного проекта.

В конспекте лекций в краткой форме излагается содержание основных разделов проекта, представлены основные технологические расчеты. Вместе с тем, в тексте авторы сознательно не приводили традиционных решений по компоновке основного производства, оставляя студенту достаточную свободу выбора в рамках действующих нормативных документов по проектированию предприятий, производящих сборный железобетон. Издается в 4 частях. Часть 3.

Печатается по решению Совета Строительного факультета Брестского государственного технического университета.

Рецензенты: профессор кафедры «Строительные конструкции»
Брестского государственного технического университета,
к.т.н. А.А. Кондратчик,

главный инженер филиала «Завод ЖБК»
ОАО «Стройтрест № 8» Турук Ю.Е.

УДК 666.97/98

ОГЛАВЛЕНИЕ

Глава 1. Основные положения организации технологических процессов	4
1.1 Организация основного производства.....	4
1.1.1 Разработка организационно – технологической структуры производственного процесса, расчет продолжительности операций и элементных (стадийных) циклов изготовления изделий.....	4
1.1.2 Расчет количества технологических линий и их оборудо- вания.....	10
1.1.3 Расчет трудовых ресурсов, организация управления це-хом..	13
1.2 Организация вспомогательных производств	15
1.3 Техничко-экономические показатели организации производства.....	18
Список литературных источников к главе 1	19
Глава 2. Основные положения проектирования формовочного цеха	20
2.1 Выбор технологической линии	20
2.2 Компоновка технологических линий	20
2.2.1 Общие положения проектирования формовочного цеха	20
2.2.2 Расчет потребности в производственных площадях.....	21
2.2.3 Расчет потребности в вспомогательных площадях.....	22
2.2.4 Особенности компоновки технологических линий	25
2.2.4.1 Стендовое производство	25
2.2.4.2 Изготовление изделий в кассетах.....	28
2.2.4.3 Агрегатно-поточное производство	29
2.2.4.4 Конвейерное производство.....	30
Список литературных источников к главе 2	31

ГЛАВА 1. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ОРГАНИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

1.1 Организация основного производства

1.1.1 Разработка организационно – технологической структуры производственного процесса, расчет продолжительности операций и элементарных (стадийных) циклов изготовления изделий

Основные положения организации технологических процессов приняты в соответствии с указаниями [1.1]

В зависимости от выбранного способа производства изделий разрабатывают технологическую последовательность всех без исключения операций (выполняемых вручную, механизировано, в автоматическом режиме), составляющих полный цикл изготовления изделий, включая и тепловую обработку.

Важнейшим этапом проектирования является расчет элементарного цикла формирования изделия, по которому устанавливается рабочий ритм потока конвейерных и агрегатно-поточных линий и время технологического цикла для станков. Прежде всего, необходимо определить плановый такт выпуска продукции, обеспечивающий выполнение заданной производительности. То есть необходимо рассчитать тот отрезок времени, за который проектируемое производство должно изготавливать единицу продукции. Плановый такт в последующем является ориентиром для определения рабочего ритма потока.

1. Для конвейерного и агрегатно – поточного способов производства плановый такт выпуска продукции $R_{пл}$ определится по формуле:

$$R_{пл} = \frac{B_p \cdot g_{ф}}{Q_{пл.год}}, \text{ ч}, \quad (1.1)$$

где B_p – годовой фонд рабочего времени в часах;

$g_{ф}$ – количество одновременно формируемых изделий (в одной форме), шт.;

$Q_{пл.год}$ – годовая плановая производительность изделий в штуках.

Фонд времени рассчитывают по зависимости

$$B_p = n_{год} \cdot t_{см} \cdot g_{см}, \text{ ч}, \quad (1.2)$$

где $n_{год}$ – количество рабочих суток в году, принимаемое (ОНТП – 85) для конвейерного производства $n_{год} = 247$ сут, для агрегатно-поточного и станкового $n_{год} = 253$ сут.;

- $t_{см}$ – продолжительность рабочей смены $t_{см} = 8$ ч;
 $g_{см}$ – количество смен в сутки. При 3-х сменной работе продолжительность рабочих суток составляет 23 ч.

2. Для станочного способа производства рассчитывают плановый цикл выпуска продукции

$$T_{ц}^{пл} = \frac{B_p \cdot n_u \cdot M_{см}}{Q_{пл.год}}, \text{ ч}, \quad (1.3)$$

где $M_{см}$ – число станков для изготовления заданного вида изделий, шт.;

n_u – количество изделий, одновременно формируемых на станке, шт.;

$Q_{пл.год}$ и B_p – в соответствии с формулами (1.1) и (1.2).

Число станков ($M_{см}$) для предварительного расчета $T_{ц}^{пл}$ устанавливают, исходя из их рациональной компоновки в пролете цеха, и в последующем уточняют по фактическому времени технологического цикла $T_{ц}$ (суммарной продолжительности всех операций, выполняемых на станке, включая тепловую обработку).

Для расчета рабочего ритма потока (R) или $T_{ц}$ устанавливается продолжительность каждой операции технологического цикла изготовления изделий (в соответствии с таблицы 1.1). Затем по форме таблицы 1.2 рассчитывают продолжительность операций в зависимости от условий выполнения. При механизации (автоматизации) работ:

Таблица 1.1

№№ п/п	Наименование элементного цикла (процесса, поста)	Наименование операций и приемов	Трудоёмкость операций и приемов, чел. – мин.	Трудовые ресурсы		Продолжительность операций, мин.	Продолжительность элементного цикла	Продолжительность простоев, мин	Рабочий ритм потока, мин
				Количество рабочих	Профессия, разряд				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Таблица 1.2

№№ п/п	Наименование операций или приемов	Объем работ	Расчетные параметры						Расчетная формула	Продолжительность операций, мин	
			v , м/мин; м ³ /мин; м ² /мин; т/мин.	l , м	t_n чел – мин	N_n N	t_p , мин	Коэффициент использования оборудования		на одно изделие (форму)	суммарное
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

$$\tau_{\text{мех}} = \frac{l}{g} a + t_p, \text{ мин}, \quad (1.4)$$

$$\tau_{\text{мех}} = \frac{m}{g} a + t_p, \text{ мин}, \quad (1.5)$$

где l – расчетное расстояние рабочего или транспортного хода машины (бетоноукладчика, крана и т. д.) в м;

P – объем работ (м³; м²; т), например, загрузка бетонной смеси, очистка формы и др.;

g – скорость (рабочая или транспортная) передвижения машины (м/мин) или скорость выполнения работ (м³/мин; м²/мин; т/мин);

a – расчетное количество проходов машины для выполнения рассматриваемой работы;

t_p – режимное время машины (например, продолжительность нагрева арматуры до заданного удлинения стержней) или продолжительность операций, выполнение которых приостанавливает работу машины. Например, укладка арматуры, утеплителя при послойном формировании изделия.

Продолжительность операций, выполняемых вручную, рассчитывают по зависимости

$$\tau_p = P \cdot t_n \cdot \frac{N_n}{N} \cdot \alpha, \text{ мин}, \quad (1.6)$$

где P – объем работ (м³, м², т, шт);

t_n – норма времени на единицу объема работ в чел. – мин;

N_n – число исполнителей, для которых установлена норма времени;

N – фактическое число исполнителей;

α – коэффициент, учитывающий уменьшение нормы времени при использовании средств малой механизации или ее увеличение за счет времени на личные нужды (при работе на посту до трех рабочих). В расчетах принимают равным единице.

Характеристики механического оборудования технологической линии проектант устанавливает по соответствующим справочникам. Нормы времени или трудоемкость отдельных работ и операций принимает по типовым нормам времени на производство ж/б изделий и конструкций в соответствии с выбранным способом производства [1.2–1.4]. Рабочие, холостые транспортные маршруты оборудования вычисляют на основе плана цеха.

Помимо вышеперечисленных методов длительность операций может быть определена, исходя из трудоемкости:

$$t_{oi} = \frac{H_{oi}}{N_{oi}}, \text{ мин,} \quad (1.7)$$

где H_{oi} – трудоемкость операции (чел – мин), взятая по нормативной или справочной литературе и приведенная к одному исполнителю;

N_{oi} – количество исполнителей данной операции.

Установив продолжительность всех операций технологического цикла, группируют их по отдельным постам (распалубки, армирования, формования и т.д.) при конвейерном или агрегатно-поточном способах производства, а для станков — элементным циклам подготовки и формования, выделяя ведущий пост (как правило $t_{зф}$) и устанавливая ритм выпуска изделий.

Сопоставляя его величину с плановым тактом выпуска продукции ($R_{пл}$), устанавливают рабочий ритм, потока (R). Для этого при необходимости уточняют распределение операций по постам и количество последних, корректируют продолжительность операций, изменяя условия их выполнения или количество исполнителей и т.д. Необходимо учитывать, что отношение $R/R_{пл} \leq 1$ свидетельствует о достаточности одной технологической линии для обеспечения заданной производительности при ритме R . Если $R/R_{пл} > 1$ (но меньше 2), то необходимы две технологические линии.

Для станкового способа производства подтверждением приемлемости полученной продолжительности технологического цикла T_u является

соотношение $\frac{T_u}{T_u^{пл}} \leq 1$. Если оно больше единицы, то заданная программа выпуска продукции не будет обеспечена. Необходимо либо снижать T_u , либо (если это невозможно) увеличивать количество станков в соответствии с последующим расчетом.

Оптимизация длительности ритма (цикла формования) за счет максимальной совмещенности операций и минимизации простоев основного оборудования осуществляется путем построения циклограммы работы оборудования на постах и в целом — в пролете. В результате построения циклограммы окончательно корректируется величина рабочего ритма (R) либо время подготовительных и формовочных операций $t_{п}$ и $t_{ф}$ (для станка).

Кроме того, циклограмма позволяет проанализировать загрузку оборудования и внутрицеховые грузовые потоки.

На основании полученных данных определяют продолжительность технологического цикла. Расчет T_u производят по формулам:

$$T_u^k = (m - 1) \cdot R + t_{mo}, \text{ ч}, \quad (1.8)$$

$$T_u^a = (m - 1) \cdot R + (g_t - 1) \cdot R + t_{mo}, \text{ ч}, \quad (1.9)$$

$$T_u^c = t_{no} + t_{\phi} + t_{mo}, \text{ ч}, \quad (1.10)$$

где T_u^k , T_u^a , T_u^c – продолжительность технологического цикла при конвейерном, агрегатно-поточном и стандовом способах производства соответственно (для стандов при выполнении одним звеном рабочих подготовительных операций и формования: $t_{no} + t_{\phi} = t_{no\phi}$, (ч, мин);

m – количество элементных процессов (постов) на технологической линии, включая тепловую обработку как один пост;

t_{mo} , t_{no} и t_{ϕ} – время тепловой обработки, подготовительных операций и формования в ч (мин);

g_t – количество форм с изделиями, загружаемых в одну камеру (отсек, термопакет и т.д.).

Затем находят число форм, обрабатываемых на всех постах технологической линии за период T_u для конвейерного и агрегатно-поточного способов производства соответственно:

$$n = m - 1 + \frac{t_{mo} - z \cdot t_{on}}{R}, \text{ шт.}, \quad (1.11)$$

$$n = m + g_t - 2 + \frac{t_{mo} - z \cdot t_{on}}{R}, \text{ шт.}, \quad (1.12)$$

где z и t_{on} – число и продолжительность обеденных перерывов за время T_u (ч; мин).

Значение n соответствует количеству форм на потоке, а также количеству изделий, изготавливаемых на технологической линии за время T_u (при одном изделии в форме).

Для стандового способа производства величина n показывает количество изготовленных изделий, и сколько стандов за T_u обслужит одно звено рабочих. Рассчитывают n при последовательно – параллельном выполнении подготовительных операций и формовки по зависимости:

$$n = 1 + \frac{t_{\phi} + t_{mo} - z \cdot t_{on}}{t_{no}}, \text{ шт.} \quad (1.13)$$

и при выполнении их одним звеном рабочих (последовательно):

$$n = 1 + \frac{t_{mo} - Z \cdot t_{оп}}{t_{ноф}}, \text{ шт.} \quad (1.14)$$

Установив, таким образом, основные расчетные характеристики: $T_{ц}$, n , R , m и другие, подтверждают правильность выполненной работы построением циклограммы технологического процесса. Он будет поточным, если на циклограмме конвейерного и агрегатного способов производства в одной точке пересекутся проекции расчетных значений $T_{ц}$ и n с циклограммой работы первого поста технологической линии, а при стендовом способе — с циклограммой работы звена подготовки.

Построив циклограмму технологического процесса, проектант разрабатывает пооперационный график изготовления изделий (по форме табл. 1.3), в котором затраты времени по отдельным операциям и элементным (стадийным) циклам (ритму) изображают графически (графа 8). Все необходимые для этого данные проектант берет из таблиц 1.1 и 1.2. Пооперационный график показывает степень совмещения отдельных операций и элементных циклов во времени и является основой для последующего расчета потребности основных и вспомогательных рабочих цеха.

Таблица 1.3 – Пооперационный график изготовления изделий

№ элементного цикла, (поста)	Наименование элементного цикла (поста)	Наименование операций и приемов	Трудоёмкость операций и приемов, чел.-мин.	Трудовые ресурсы		Продолжительность операции, мин.	Ритм потока или текущее время (для стенов), мин.
				Количество рабочих, разряд	Механизмы, инструмент		
1	2	3	4	5	6	7	8

Для конвейерного и агрегатно-поточного производств характерно параллельное (одновременное) выполнение элементных циклов на всех постах, поэтому графа 8 соответствует рабочему ритму потока, определенному по ведущему посту. Если продолжительность операций на каких-то постах не обеспечивает занятость рабочих в течение полного рабочего ритма, следует либо корректировать их численность, либо обслуживать одним составом рабочих несколько постов.

При стендовом способе производства графа 8 пооперационного графика изготовления изделий рассчитывается на время, равное сумме $t_{но} + t_{ф}$, чтобы отразить продолжительность и последовательность

подготовительных работ и формовки. Тепловая обработка изделий во всех случаях вводится в пооперационный график отдельным элементарным циклом с указанием ее продолжительности и возможных особенностей (например, ступенчатый режим и пр.).

На основе пооперационного графика изготовления изделий определяют коэффициенты занятости основных рабочих, величина которых должна быть близкой к единице (исключение составляют крановщики). Расчет коэффициентов занятости рабочих на конвейерных и агрегатно-поточных линиях осуществляют по формуле:

$$K_{з,i} = \frac{\sum_{i=1}^n t_i^R}{R}, \quad (1.15)$$

а для стандов

$$K_{з,i} = \frac{\sum_{i=1}^n t_i^{CM}}{t_{CM}}, \quad (1.16)$$

где $\sum_{i=1}^n t_i^R$ – суммарное время работы данного рабочего за время ритма (R);
 $\sum_{i=1}^n t_i^{CM}$ – суммарное время работы рабочего за смену (t_{CM}).

Таблица 1.4 – Распределение производственной нагрузки и коэффициент занятости

№ п/п	Профессия рабочего	Разряд	№ обслуживаемого поста	Ритм потока, мин	Суммарное время работы, мин	Коэффициент занятости, $K_{з,i}$
1	2	3	4	5	6	7

1.1.2 Расчет количества технологических линий и их оборудования

Исходными данными для определения количества технологических линий и их оборудования являются заданный годовой объем производства изделий, установленные предыдущим расчетом ритм потока (R) или время технологического цикла (T_u), режим работы предприятия и пр.

1. Количество линий (обычно и формующих постов) при конвейерном и агрегатно-поточном способах производства определяют по формуле:

$$M = \frac{Q_{\text{зод}} \cdot R}{B_p \cdot g_\phi}, \text{ шт.}, \quad (1.17)$$

а необходимое количество стендов, включая и кассетные установки:

$$M_{\text{см}} = \frac{Q_{\text{зод}} \cdot T_u}{B_{\text{рс}} \cdot n_u}, \text{ шт.} \quad (1.18)$$

При расчете стендов (кассет) n_u принимают равным числу одновременно изготавливаемых на стенде (в кассете) изделий за один технологический цикл (T_u).

2. Количество механического оборудования конвейерных и агрегатно-поточных технологических линий (бетоноукладчики, формующие агрегаты, виброплощадки, установки для натяжения арматуры или нагрева ее, распалубщики и т.д.) определяют, исходя из условия пропорциональности затрат времени на каждом посту и обработки при этом одинакового количества форм (изделий) в единицу времени (например, за ритм)

$$\frac{M_e \cdot g_e}{R} = \frac{M_i g_i}{T_{z,j}}, \quad (1.19)$$

где M_e, g_e, R – число машин, обрабатываемых форм (изделий) и продолжительность ведущего элемента цикла, т.е. рабочий ритм потока соответственно;

$M_i, g_i, T_{z,j}$ – то же, для рассматриваемого элементного цикла (поста).

3. Необходимое количество форм (поддонов) на конвейерных и агрегатно-поточных линиях (n_ϕ) определяют с учетом резервного запаса ($K_p = 1.05$) для проведения переналадочных и ремонтных работ на основании величины (n), рассчитанной по формулам (1.11) и (1.12) соответственно (см. п. 1.1.1)

$$n_\phi = K_p \cdot n, \text{ шт.} \quad (1.20)$$

4. Расчет количества кранов для обслуживания конвейерных и агрегатно-поточных технологических линий осуществляют по формуле:

$$K = M \cdot \frac{\sum_{i=1}^n K_i}{R}, \text{ шт.}, \quad (1.21)$$

где M – количество технологических линий в пролете;

$\sum_{i=1}^n K_i$ – сумма времени, затрачиваемого на операции, выполняе-

мые с помощью крана за цикл формования (ритм) на всех постах технологической линии (определяют по расчетным данным табл. 1.2 для крановых операций), мин;

R – рабочий ритм потока, мин.

Для станочного способа производства необходимое количество кранов определяют из зависимости

$$K = M_0 \frac{\sum_{i=1}^n K_i}{t_{по}}, \text{ шт.}, \quad (1.22)$$

где M_0 – количество одновременно обслуживаемых станочков (определение см. далее);

$\sum_{i=1}^n K_i$ – сумма времени крановых операций по обслуживанию одного станочка, мин. (табл. 1.2);

$t_{по}$ – продолжительность подготовительных операций, как отрезок времени, наиболее насыщенный работой крана (при выполнении подготовительных работ и формовки одним звеном используют время — $t_{поф}$).

Максимальная производительность запроектированного производства (цеха) будет равна:

- для конвейерного и агрегатно – поточного производств:

$$P_{max} = \frac{M \cdot B_p \cdot n_u \cdot g_u}{R}, \text{ м}^3 \quad (1.23)$$

- для станочков:

$$P_{max} = \frac{M_{см} \cdot B_{рс} \cdot n_u \cdot g_u}{T_u}, \text{ м}^3 \quad (1.24)$$

где g_u – объем железобетона в изделии, а остальные обозначения по п. 1.1.1.

Размеры вспомогательных площадей цеха рассчитывают по зависимости:

$$F_{всп} = M \cdot \frac{Q_{час} \cdot t_n}{g_{уд}}, \text{ м}^2, \quad (1.25)$$

где $Q_{час}$ – часовая производительность (м³, шт., т) или потребность технологической линии (станочка) в арматуре, столярке и пр.;

t_n – нормативное время выдерживания (принимают по ОНТП–85) изделий в цехе или рабочий запас арматуры, столярки и пр., ч;

$g_{уд}$ – удельный норматив хранения изделий, арматуры, столярки и пр. на 1 м² площади (принимают по ОНТП–85);

M – количество линий (станочков) в цехе.

Разработав компоновку технологических линий, установив количество и эксплуатационные характеристики задействованного в пролете

оборудования, завершают построение циклограммы его работы. Отображаемый ей временной отрезок охватывает два ритма для конвейерного и агрегатно – поточных производств; продолжительность подготовительных операций, формовку и начало тепловой обработки для стенов. Циклограмма должна отражать работу всех видов имеющегося в пролете оборудования от ввоза полуфабрикатов и материалов до отгрузки и вывоза готовой продукции.

1.1.3 Расчет трудовых ресурсов, организация управления цехом

На основании пооперационного графика изготовления изделий и данных о коэффициентах занятости определяют необходимое количество основных производственных рабочих, обслуживающих соответствующую технологическую линию. Расчет производят на рабочую смену.

Общее количество рабочих, занятых на механизированных операциях (эксплуатацией машин и механизмов в производственном процессе) независимо от способа производства должно удовлетворять условию:

$$N_m = \frac{1}{B_{pp}} \cdot \sum_{i=1}^n B_{pm,i} \cdot M_i \cdot N_i, \text{ чел.}, \quad (1.26)$$

где $B_{pm,i}$, B_{pp} – годовой фонд рабочего времени машины и рабочего, ч;

M_i – число машин i -го типа, используемых в производственном процессе;

N_i – количество рабочих, обслуживающих одну машину.

Годовой фонд рабочего времени машины определяют

$$B_{pm} = n_{год} \cdot t_{pm}^{cm}, \text{ ч} \quad (1.27)$$

при количестве дней работы в году ($n_{год}$) по п. 1.1.1. и суммарном времени работы машины i – го типа за смену (t_{pm}^{cm}), которое определяют по данным табл. 1.1, 1.2 и пооперационному графику.

Годовой фонд рабочего времени исполнителя устанавливают как

$$B_{pp} = n_{год}^p \cdot t_{cm}, \text{ ч} \quad (1.28)$$

при количестве дней работы в году (за вычетом отпуска в 18 р. дней) $n_{год}^p = 262 - 18 = 244$ дня и продолжительности смены — 8 ч.

Дополнительно к установленному числу рабочих, занятых на механизированных работах (N_m), в состав смены вводят крановщиков, в соответствии с принятым количеством кранов.

Численность рабочих, занятых выполнением ручных операций на конвейерных и агрегатно–поточных линиях, должна удовлетворять условию

$$N_p = \frac{\Phi_{год} \cdot H_p}{B_{pp}}, \text{ чел.} \quad (1.29)$$

где H_p – есть суммарная трудоемкость ручных операций при подготовительных работах и формовке станда, чел. – ч;

B_{pp} – по формуле (1.28).

$\Phi_{год}$ – годовое количество формовок, что соответствует числу повторов за год работы ручных операций, выполняемых в течение ритма (R) на каждом посту технологической линии.

$$\Phi_{год} = \frac{B_p}{R},$$

при B_p – годовом фонде рабочего времени линии;

H_p – суммарная трудоемкость ручных операций на всех постах технологической линии, чел – ч .;

B_{pp} – годовой фонд времени рабочего (по формуле (1.28)), ч.

Для определения численности рабочих, занятых выполнением ручных операций на стандовых линиях, используют формулу (1.29), в которой годовое количество подготовительно – формовочных операций на всех стандах рассчитывают:

$$\Phi_{год} = \frac{B_p \cdot M_{cm}}{T_u},$$

Рассчитав потребность в основных трудовых ресурсах на рабочую смену, проектант сопоставляет полученный результат с данными по количеству рабочих на основе пооперационного графика изготовления изделий. При необходимости численность работников корректируется в сторону снижения за счет перераспределения работ.

Отметим, что коэффициент занятости рабочего в современных условиях хозяйствования должен быть близким к единице. Необходимо учитывать возможность и целесообразность совмещения рабочими двух и более профессий, а также выполнение ими поочередно механизированных и ручных операций.

Численность вспомогательных рабочих принимают в размере 25..30 % от общей численности производственных рабочих.

Затем устанавливают потребность в инженерно – технических работниках, исходя из технико-технологической сложности производства, численности бригад, количества рабочих смен.

Итоговые данные о численности работающих в цехе сводят в ведомость по форме табл. 1.5.

Таблица 1.5 – Сводная ведомость работающих в цехе

№№ п/п	Категория работников	Численность по сменам, чел			Всего в цехе, чел.
		I	II	III	
1.	Основные рабочие				
2.	Вспомогательные рабочие				
Итого рабочих:					
3.	ИТР и служащие				
Всего работающих:					

Комплексным показателем эффективного использования трудовых ресурсов и степени организации производства является удельная трудоемкость продукции, т.е. затраты труда на единицу продукции (H):

$$H = \frac{n_{см} \cdot t_{см} \cdot N_{см}}{Q_{с, ут}}, \text{ чел.-ч/шт., чел.-ч/м}^3, \quad (1.30)$$

где $n_{см}$ – количество рабочих смен в сутки;

$t_{см}$ – продолжительность рабочей смены, ч;

$N_{см}$ – средняя численность сменной бригады рабочих;

$Q_{с, ут}$ – объем выпущенной за сутки продукции, шт. (м^3).

Завершая раздел, кратко обосновывают принятую систему управления и разрабатывают структуру управления цехом в виде соответствующей оргсхемы. Она должна быть максимально простой, иметь минимум связей и численности персонала, учитывать административные и функциональные связи.

1.2 Организация вспомогательных производств

Важнейшим условием нормального функционирования производства, наряду с обеспечением его материалами, электроэнергией, водой, паром и прочим, является устойчивая, бесперебойная работа технологического оборудования. Достигается она четким планированием и хорошо организованной реализацией системы планово – предупредительных ремонтов. Основу системы составляет годовой план – график технического обслуживания и ремонта оборудования, который формирует служба главного механика предприятия. Организация же ремонтных служб, определение трудозатрат, продолжительности ремонтов и необходимого количества рабочих базируется на нормативах единой системы планово – предупредительного ремонта (ЕСППР) и, в частности, на «Положении» о планово – предупредительном ремонте и эксплуатации оборудования [1.5].

Проектант, используя указанные источники, разрабатывает в форме таблицы 1.6 упрощенную систему планово – предупредительных ремонтов для основных видов технологического оборудования: бетоноукладчиков, формовочных машин, виброплощадок, тепловых агрегатов, мостовых кранов и др.

Таблица 1.6 – Трудоемкость ремонтов и технического обслуживания

№	Вид оборудования	Ремонтная сложность, ед		Работа оборудования		Периодичность ремонтов и технического обслуживания, мес.			Трудоемкость ремонтов и технического обслуживания, чел.-день					
		Механическая часть	Электротехническая часть	Количество смен	Отработано за смену, ч	К	Т	ТО	К	Т	ТО			
1	Бетоноукладчик СМЖ – 71	10	14	2	5.5	36	12	1	1	3	36	71	15.5	1.8

Расчет периодичности капитального (K), текущего (T) ремонтов и технического обслуживания оборудования производят, исходя из моторесурса межремонтных циклов данного вида оборудования, который приводится в паспорте машины, и фактического времени ее работы.

При моторесурсе машины до капитального ремонта $N_{кр}$, мото-часов, может быть указана в мото-часах или количественно периодичность технических ремонтов (N_{mp} или n_{mp}) и технических обслуживаний ($N_{мо}$ или $n_{мо}$).

Проектант определяет по таблице и циклограмме работы оборудования фактическое время работы машины (t_{ϕ}) за смену, сутки, месяц, год и рассчитывает периодичность ремонтов (продолжительность межремонтных циклов) по зависимостям

$$t_k = \frac{N_{кр}}{t_{\phi}}, \text{ год (мес.)} \quad (1.31)$$

$$t_{mp} = \frac{N_{mp}}{t_{\phi}}, \text{ мес.} \quad (1.32)$$

$$\text{или } t_k = \frac{t_k}{n_{mp}}, \text{ мес.} \quad (1.33)$$

$$t_k = \frac{N_{mo}}{P_{\varphi}(\text{в мес, сут})}, \text{ мес. (сут.)} \quad (1.34)$$

$$\text{или } t_{mo} = \frac{t_{mp}}{P_{mo}}, \text{ мес.} \quad (1.35)$$

Формулы (1.33) и (1.35) используют в случае, если в паспорте машины указан не моторесурс межремонтных циклов, а количество текущих ремонтов на период до капитального ремонта и количество технических обслуживаний на период между текущими ремонтами.

Трудоемкость и продолжительность ремонтов оборудования зависит от его ремонтной сложности. Одна единица ремонтной сложности оборудования предприятий стройиндустрии принята равной 40 чел.-ч. для механической части и 12 чел.-ч. для электротехнической части, отнесенным к IV разряду тарифной сетки сдельщика.

Соотношение между трудоемкостью капитального, текущего ремонтов и технического обслуживания равно:

- для механической части: $K : T : TO = 1 : 0.25 : 0.025$;
- для электротехнической части: $K : T : TO = 1 : 0.141 : 0.025$.

Исходя из этого, проектант определяет трудоемкость ремонтов. Например, для бетоноукладчика с ремонтной сложностью мехчасти в 10 ед. и электротехнической — 14 ед., трудоемкость по видам ремонта будет:

$$H_k = 10 \times 40 + 14 \times 12 = 568 \text{ чел.} - \text{час};$$

$$H_m = 10 \times 0.25 \times 40 + 14 \times 0.141 \times 12 = 123.7 \text{ чел.} - \text{час};$$

$$H_{mo} = 10 \times 0.025 \times 40 + 14 \times 0.025 \times 12 = 14.2 \text{ чел.} - \text{час};$$

или в человеко-днях:

$$H_k = 71 \text{ чел.} - \text{день};$$

$$H_m = 15.5 \text{ чел.} - \text{дней};$$

$$H_{mo} = 1.8 \text{ чел.} - \text{дней}.$$

На основании трудоемкости (отдельно механических и электротехнических работ) ремонтов, количества оборудования и нормативных сроков его остановки на ремонт и обслуживание формируется ремонтная служба завода. В курсовой работе необходимо определить количество дежурных слесарей и электриков для обслуживания оборудования между ремонтами, исходя из нормативной загрузки их в условных единицах ремонтной сложности: один слесарь на количество оборудования, соответствующее 700 – м ед. механической части и один электрик на количество оборудования, соответствующее 700 – м единицам его электротехнической части.

По «Положению» о планово-предупредительном ремонте выявляют суммарную ремонтную сложность оборудования цеха и принимают необходимое количество рабочих для его обслуживания. Согласуют полученный результат с приближенным расчетом потребности во вспомогательных рабочих, как 25 – 30 % от численности основных.

1.3 Техничко-экономические показатели организации производства

Таблица 1.7 – Техничко-экономические показатели организации производственного процесса

№ п/п	Наименование показателя	Расчетная формула (график)	Ед. изм.
1	2	3	4
1.	Кэффициент использования оборудования: – бетоноукладчик, – центрифуга, – мостовой кран, – и т.д.	Циклограмма работы оборудования.	×
2.	Кэффициент занятости рабочих	Пооперационный график изготовления изделий $K_{з,j} = \frac{\sum_1^n t_j^R}{R} \cdot \frac{\sum_1^n t_j^{см}}{t_{см}}$	×
3.	Трудоемкость изготовления изделия	Пооперационный график $H_i = \sum_1^n t_{o,i} \cdot N_{o,i} + \sum_1^n \frac{H_{i,j}}{Q_{см}}$ где $\sum H_{i,j}$ – суммарная трудоемкость вспомогательных работ за время смены; $Q_{см}$ – сменная производительность; $\sum_1^n t_{o,i} \cdot N_{o,i}$ – суммарная трудоемкость изготовления изделия, определенная по пооперационному графику.	чел. час.
4.	Выработка продукции на 1 рабочего за смену	$Q_i = \frac{Q_{см}}{N_{см}}$ $N_{см}$ – численность сменной бригады.	$\frac{м^3(шт), м^2}{чел.}$
5.	Кэффициент пропорциональности технологического процесса	$\beta = \frac{T_{з,j}}{R}$	×
6.	Кэффициент ритмичности технологического процесса	$\gamma = \frac{r_{з,j}}{\alpha \cdot R}$	×
7.	Кэффициент непрерывности технологического процесса	$\Delta = \frac{T_{з,j}}{r_{з,j}}$	×

Окончание таблицы 1.7

1	2	3	4
8.	Оборачиваемость тепловых установок за сутки	$K_{об} = \frac{24}{T_k}$	
9.	Коэффициент использования камер тепловой обработки	$K_r = \frac{q_t \cdot V_u}{V_k}$	
10.	Оборачиваемость стенов (кассет) за сутки	$K_{обс} = \frac{24}{T_u}$	
11.	T_u , Ритм		час
12.	Уровень механизации производственного процесса а) степень охвата рабочих механизированным трудом б) степень механизации труда	$Y_{M1} = \frac{P_M}{P_0} \cdot 100\%$ <p>P_M — число рабочих, занятых механизированным трудом; P_0 — общее число рабочих.</p> $Y_{M2} = \frac{T_M}{T_0} \cdot 100\%$ <p>T_M — время выполнения механизированных операций T_0 — общее время процесса.</p>	

Вышеперечисленные показатели оказывают прямое влияние на:

- степень использования производственных фондов (1, 8, 9, 10);
- рациональность организации процесса (2, 4, 5, 6, 7, 11, 12);
- производственные затраты (3).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРНЫХ ИСТОЧНИКОВ К ГЛАВЕ 1

- 1.1. Методические указания к курсовому проектированию по курсу «Организация, планирование и управление предприятием» для студентов специальности 29.06. Минск: БрПИ, 1990. – 32 с.
- 1.2. Типовые нормы времени на производство железобетонных изделий и конструкций на заводах сборного железобетона. Стеновый способ производства. Часть I.– М.: Экономика, 1988. – 56 с.
- 1.3. Нормы времени на производство железобетонных изделий и конструкций на заводах сборного железобетона. Кассетный способ производства. М.: НИИ труда, 1985. – 31 с.
- 1.4. Нормативы времени на производство железобетонных изделий и конструкций на заводах сборного железобетона. Агрегатно-поточный и конвейерный способ производства. - М.: НИИ труда, 1985. – 48 с.
- 1.5. Положения о планово-предупредительном ремонте и эксплуатации оборудования промышленной базы предприятий строительной индустрии в системе Госагропрома СССР, ВСИ 39 – 87. Ч. I и II – М.: 1998. – 285 с.

ГЛАВА 2. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ФОРМОВОЧНОГО ЦЕХА

2.1 Выбор технологических линий

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

Выбор технологической линии и оборудования следует начинать с анализа степени совместимости конструктивных и технологических параметров изделий в процессах формования и твердения элементов в соответствии с требованиями главы 1 настоящего Пособия.

Для большинства массовых железобетонных изделий учитывают следующие параметры:

- вид и класс бетона по прочности;
- форму сечения изделия;
- геометрические размеры и допустимые отклонения;
- вид армирования, насыщенность арматурой и закладными деталями;
- массу изделия;
- чистоту поверхности.

Значения названных показателей необходимы для объединения изделий в группы, равные по годовой производительности технологических линий, номенклатура которых обеспечивает максимальную совместимость операций при формовании и тепловой обработке.

Процесс объединения в группы заключается в выборе основных технологически близких изделий со значительным объемом, потребность в которых постоянна. Число групп должно равняться числу технологических линий. Затем к основным изделиям в группы подбирают близкие по характеристикам изделия так, чтобы сумма произведений их объемов, умноженных на операционный коэффициент неравномерности (табл. 2.1) с основными изделиями была максимальной.

Таблица 2.1 – Операционные коэффициенты неравномерности

Выполнение операций	Однослойные изделия несложной конфигурации.	Изделия сложной конфигурации, многослойные или офактуренные.
Механизированное	1.15 / 1.10	1.25 / 1.15
С применением ручного труда	1.25 / 1.15	1.35 / 1.20

перед чертой коэффициент для операций, выполненных при изготовлении одного вида изделий на специализированных постах; после черты – на мостах, в которых предусматриваются операции, необходимые для производства группированных изделий разных постов.

2.2 Компоновка технологических линий

2.2.1 Общие положения проектирования формовочного цеха

Расположение технологического оборудования должно выполняться таким образом, чтобы перемещаемые в технологическом процессе

сырьевые материалы, полуфабрикаты и выпускаемые изделия транспортировались без взаимного пересечения путей их движения. В связи с этим, бетонная смесь и арматурные изделия доставляются в цех, как правило, с одной стороны, а вывоз продукции – с другой. Это обуславливает размещение в одной зоне бетоносмесительного и арматурного цехов, а с другой – склада готовой продукции.

Поэтому, с учетом унификации основных технологических решений в первом шаге цеха (12 м) следует предусматривать пути бетоновозной эстакады либо ленточные конвейеры, которые обеспечивают доставку бетонной смеси в формовочные цеха.

При ширине колеи бункера бетоновозной эстакады равной $b_{б.э.} = 1.72$ м, в 12 шаге колоны можно расположить 4 транспортных пути подачи бетонной смеси. Следует учитывать, что при максимально допустимом наборе пролетов в блоке производственного корпуса, достигающем 8, один путь бетоновозной эстакады может обеспечить подачу в цеха не более 72 тыс. м³/год бетонной смеси.

С противоположного конца цеха от места подачи бетонной смеси размещают ворота (проем) для вывоза изделий на склад готовой продукции с размерами 4.8×5.6 м. Поскольку формовочные цеха имеют влажный режим помещений, ворота и технологические проемы должны иметь воздушнотепловые завесы и тамбурышлюзы. Поскольку фахверковые колонны устанавливаются с шагом 6 м, ширина тамбурашлюза достигает 5.8 м. Сверху на отм. ниже +5.600 тамбуршлюз прикрывают плитами.

Вывоз изделий из цеха осуществляется, как правило, самоходными тележками, пути которых расположены в крайней или средней трети пролета. Верх головок рельсов самоходной тележки должен быть на отметке чистого пола.

Мостовой кран, обслуживающий формовочный цех, может передвигаться вдоль цеха от границы бетоновозной зоны до конца цеха и способен проходить над шлюзом – тамбуром.

2.2.2 Расчет потребности в производственных площадях

Необходимая производственная площадь формовочного цеха определяется с учетом площадей для размещения оборудования, рабочих мест, проходов и проездов в соответствии с нормами технологического проектирования.

Требуемую производственную площадь формовочного цеха на стадии проектирования можно определить:

$$S_{np} = \frac{Q}{C_{np}}, \quad (2.1)$$

где Q – годовой объем производства сборного железобетона (производительность), м³;

C_{np} – съем продукции с 1 м² производственной площади цеха в год.

Нормы съема продукции с 1 м² производственной площади представлены в таблице 2.2.

Таблица 2.2 – Нормы съема продукции с 1 м² производственной площади, м³ для технологических линий.

№	Наименование изделия	Поточно – агрегатная	Полуконвейерная	Конвейерная	Стендовое производство	Кассетное
1.	Плиты покрытий промзданий:					
	3×6 м	14.8	–	10.2÷21.2	–	–
	3×12 м	13.8	11.9	21.2	–	–
	3×18 м	–	–	–	5.6	–
2.	Многопустотные панели 3×7.2	10.0	–	–	–	–
3.	Стендовые наружные панели					
	L = 6 м	–	–	19.8	–	–
	L = 12 м	–	–	15.92	–	–
4.	Колонны, ригеля, балки длиной до 12 м	–	9.6÷12.5	–	–	–
5.	Фермы и балки на коротких стендах					
	– фермы до 24 м	–	–	–	2.0÷5.1	–
	– балки до 18 м	–	–	–	0.35	–
	– то же на линейных	–	–	–	3.4÷6.5	–
6.	Железобетонные панели перегородок промзданий	79	–	335	100	391
Примечание: При проектных расчетах можно принимать усредненные значения нормы съема продукции с 1 м ² производственной площади: — для наружных трехслойных панелей – 9.2 м ³ /м ² ; – для наружных однослойных панелей – 14.5 м ³ /м ² ; – свай, колонн, ригелей и других длинномерных изделий – 11.7 м ³ /м ² .						

2.2.3 Расчет потребности во вспомогательных площадях

Перед началом проектирования формовочного цеха необходимо определить также величину вспомогательных площадей для размещения: запасов арматуры, стелярных изделий и утеплителя, отделочных и гидроизоляционных материалов (для цехов КПД); складирования форм и оснастки, находящейся в эксплуатации; текущего ремонта форм и оснастки; хранения готовых изделий в период остывания и выдержки изделий до отправки их на склад готовой продукции. Полученные данные сводят в таблицу формы 2.3.

Таблица 2.3 – Перечень вспомогательных площадей формовочного цеха

Назначение площади	Расчетные положения (формулы)	Величина площади, м ²
1	2	3

Расчет выполняют по следующему алгоритму:

1. При известной производительности пролета $Q_{пр}$ (м³) определяют годовое потребление арматуры:

$$M_a = Q_{пр} \cdot \rho_l \cdot 7850 = Q_{пр} \cdot \frac{m_a}{V_u}, \quad (2.2)$$

где V_u – объем изделия, м³;

ρ_l – процент армирования конструкции (не более 2 %);

m_a – масса арматурной стали, расположенной в изделии, т.

2. Годовой фонд рабочего времени:

$$F_2 = \tau_p \cdot N_{см} \cdot t_{см}, \quad (2.3)$$

где τ_p – расчетное число рабочих дней в году;

$N_{см}$ – число смен в сутки;

$t_{см}$ – число часов в смену.

3. Вспомогательная площадь для запаса арматуры в цехе, м²:

$$S_{пр.а} = \frac{M_a \cdot n_3}{F_2 \cdot m_{y.a.}}, \quad (2.4)$$

где n_3 – запас в формовочном цехе арматурных сеток и каркасов на потребность, час (согласно ОНТП принята 4 часа);

$m_{y.a.}$ – средняя масса арматурных изделий, т, размещаемых на 1 м² цеха, принимаемая:

- горизонтально при хранении в формовочном цехе, с учетом проходов 0.08
- вертикально, с учетом площади, занимаемой стеллажами для хранения 0.12

4. Коэффициент оборачиваемости форм:

$$K_{об,ф} = \frac{N_{см} \cdot t_{см}}{t_u}, \quad (2.5)$$

где t_u – продолжительность изготовления изделия, час.

5. Число форм:

$$N_{ф} = 1.05 \cdot \frac{Q_{пр}}{K_{об,ф} \cdot \tau_p \cdot V_u} \quad (2.6)$$

6. Масса форм:

$$m_c = N_{ф} \cdot V_u \cdot K_{м.ф.}, \quad (2.7)$$

где $K_{м.ф.}$ – коэффициент металлоемкости форм при изготовлении изделия:
в вертикальном положении – 2.8 т/м³;

в горизонтальном положении – $1.8 \div 2.1 \text{ т/м}^3$;
 для наружных трехслойных панелей – 1.7 т/м^3 ;
 однослойных панелей – 1.5 т/м^3 ;
 линейных элементов балок, ферм,
 плит, колонн (в среднем) – 2.0 т/м^3 ;
 ребристых плит – 1.4 т/м^2 .

7. Вспомогательная площадь для размещения форм в цехе:

$$S_{пр.ф} = S_x \cdot n_c, \quad (2.8)$$

где S_x – норма площади для хранения форм, м^2 (если масса форм, приходящихся на 1 м^2 складирования, составляет 0.7 т согласно ОНТП–07–85).

8. Вспомогательная площадь для ремонта форм, м^2 :

$$S_{пр.р} = S_p \cdot n_c, \quad (2.9)$$

S_p – норма площади для ремонта форм, $\text{м}^2/\text{т}$ – 0.25 (при нормативе 25 м^2 на 100 т и форм).

9. Годовая потребность в столярных изделиях, м^3 :

$$m_c = Q_{пр} \cdot k_c, \quad (2.10)$$

где k_c – коэффициент, учитывающий объем столярных изделий в объеме всего изделия. Для наружных стен $k_c = 0.5 \div 0.7$.

10. Вспомогательная площадь для размещения столярных изделий: (м^2) при норме запаса 4 часа:

$$S_{пр.с} = \frac{m_c \cdot 4}{F_z \cdot m_{y.c}}, \quad (2.11)$$

где $m_{y.c}$ – норма размещения столярных изделий $0.2 \text{ м}^3/\text{м}^2$;

F_z – годовой фонд рабочего времени.

11. Годовая потребность в теплоизоляционных материалах, м^3 :

$$m_m = Q_{пр} \cdot k_m, \quad (2.12)$$

k_m – коэффициент, учитывающий объем теплоизоляционных изделий в общем объеме изделия.

12. Вспомогательная площадь для размещения теплоизоляционных материалов в цехе, (м^2) при запасе на 4 часа:

$$S_{пр.м} = \frac{m_m \cdot 4}{F_z \cdot m_{y.m}}, \quad (2.13)$$

где $m_{y.m}$ – норма размещения теплоизоляционных материалов в цехе $\text{м}^3/\text{м}^2$ (принимается $0.5 \text{ м}^3/\text{м}^2$).

13. Годовая потребность в отделочных материалах:

$$m_o = Q_{пр} \cdot k_o, \quad (2.14)$$

где k_o – коэффициент, учитывающий объем отделочных материалов в общем объеме изделия.

14. Вспомогательная площадь для размещения отделочных материалов в цехе, (м²) при запасе на 4 часа:

$$S_{пр.о} = \frac{m_o \cdot 4}{F_z \cdot m_{y.o.}}, \quad (2.15)$$

где $m_{y.o.}$ – норма размещения отделочных материалов в цехе м³/м² (принимается 0.3 м³/м²).

15. Вспомогательная площадь для размещения готовых изделий, м²:

$$S_{пр.и} = Q_{пр} \cdot t_{xp.u} \cdot \frac{k_1 \cdot k_2}{F_r \cdot V_{xp.u}}, \quad (2.16)$$

где k_1 – коэффициент, учитывающий проходы и проезды 1.5;
 k_2 – коэффициент, учитывающий вид обслуживания крана (для мостовых кранов 1.3);
 $t_{xp.u}$ – продолжительность выдерживания распалубленных изделий в цехе после окончания тепловой обработки перед отправкой на склад готовой продукции, ч;
 $V_{xp.u}$ – нормативный объем хранения изделия на 1 м² площади цеха (м³/м²) принимается равным при размещении:
 в горизонтальном положении ребристых панелей – 0.5;
 пустотелых панелей и линейных элементов простой формы – 1.8;
 то же усложненной формы – 1.0;
 в вертикальном (с учетом площади под стеллажами) – 1.2.

При проектировании формовочных цехов с кассетным производством необходимо предусматривать дополнительные площади цеха для проведения текущего ремонта кассет. При числе кассет не более 5 дополнительная площадь должна составлять 50 м², при 5 и более – до 100 м².

2.2.4 Особенности компоновки технологических линий

2.2.4.1 Стендовое производство

Целесообразно использовать для изготовления крупноразмерных, особенно предварительно-напряженных изделий. Линейные стенды длиной 70..120 м рекомендуется использовать для массовых преднапряженных конструкций ограниченной и стабильной номенклатуры. Для широкой номенклатуры предпочтительнее использовать короткие стенды или силовые формы.

Для линейных стендов рекомендуют использовать следующие данные: длина линейных стендов – 75..120 м; ширина стендовой полосы – до 3.6 м; число стендовых полос в пролете цеха — определяют исходя из расчета необходимости непрерывной загрузки работающих, но не менее 2; оборачиваемость стендов – 1..1.5 суток.

В таблице 2.4 представлены целесообразные длины стендов для изготовления изделий длиной 12, 18, 24 м.

Таблица 2.4 – Полезные длины линейных стенов

Число изделий по длине полосы	Полезная длина стенов, м, для изделия длиной, м		
	12	18	24
1	13	19	25
2	25.5	37.5	49.5
3	38	55	74
4	50.5	74.5	98.7
5	63.0	93	123
6	75.5	111.5	147.5
7	88	130	172
8	100.5	148.5	196.5
9	113	167	221
10	125.5	185.5	245.5
11	138	204	270
12	150.5	222.5	291.5

Как видно из таблицы 2.2 наиболее экономичными по расходу материалов (арматуры) являются стенов $L_c = 37.5 \div 38$ м – для изделий $L_o = 12$ и 18 м; $L_c = 74 \div 75.5$ м и $L_c = 147.5 \div 150$ м – для изделий $L_o = 18$ и 24 м.

Стеновый способ характерен равномерным размещением формовочных постов на значительной площади цеха. Такое расположение форм при изготовлении длинномерных изделий и малая их оборачиваемость приводят к тому, что производственная площадь используется значительно хуже, чем при других способах производства железобетонных изделий.

Длинный стенов целесообразно размещать в прямке, глубина которого (условия соблюдения техники безопасности) принята не более 0.6 м. В большинстве случаев прямки выполняют шириной 3.5 м и длиной 100 м. С обеих торцевых сторон прямка устанавливают жесткие упоры для анкерки и натяжения арматуры на всю длину стенов.

Размещение домкратов производят со стороны противоположной подаче бетонной смеси. Длина зоны (вдоль цеха) для размещения натяжных механизмов и домкратов – ≥ 6 м. Длина зоны размещения упоров с противоположной стороны – не менее 3 м.

Подача бетонной смеси в цех осуществляется посредством бетоновозной эстакады. Раздаточные бункеры бетоновозной эстакады с бадьями – прицепами или ленточные транспортеры выдают бетонную смесь в бункер самоходной бадьи емкостью $V_{б.м.}$. Рельсы самоходной бадьи широкой колеи (1520 мм) располагают вдоль цеха от крайнего (у торцевой стены цеха) пути бетоновозной эстакады (в шаге 12 м) до упоров, расположенных во втором шаге. Длина пути составляет тогда около 21 м, т.е. путь заходит во второй шаг примерно на 9 м. Это необходимо для выхода бункера в зону работы мостового крана.

Прямка стенов начинается от оси между вторым и третьим шагом несущих конструкций цеха и заканчивается в середине предпоследнего шага цеха.

По ширине цеха приямок размещается на расстоянии не менее 2.4 м от продольной оси несущих конструкций цеха. (Размер складывается из расстояния между осью несущих конструкций и осью пути крана (a_1), мертвой зоны крана (a_2) и расстояния, на которое должен заходить крюк крана за центр тяжести поднимаемых грузов в приямке (0.6 м)).

Для распределения бетонной смеси по формам вдоль цеха используют бетонораздатчик с шириной рабочей зоны, равной $e_{p.з.1} = (e_z + 2 \cdot e_6)$ по ширине цеха. Где, e_z – ширина габарита бетонораздатчика, e_6 – ширина зоны безопасности движения бетонораздатчика, принимают 0.5 м в каждую сторону. Размещая параллельно первому второй приямок стенда с учетом зоны работы бетонораздатчика, находят расстояние до продольной оси цеха. Учитывая ширину мертвой зоны работы крана, расстояние между осями здания и рельса крана, а также 0.6 м, определяют ширину зоны цеха, где можно размещать оборудование и складировать арматурные элементы. В этой же зоне в конце цеха предусматривают пути для самоходной тележки и прицеп к ней, предназначенных для вывоза изделий на склад готовой продукции. Пути для вывоза готовой продукции размещают в зоне работы крана и располагают в трех последних шагах несущих конструкций цеха.

Количество транспортных линий определяют:

$$n_{mn} = \frac{n \cdot t_{mц}}{480}, \quad (2.17)$$

где n – число вывозимых на склад изделий за смену;

$t_{mц}$ – продолжительность транспортного цикла;

$$t_{mц} = t_n + t_c + t_T + t_e, \quad (2.18)$$

где t_n, t_c – время погрузки и съема изделия;

t_m, t_e – время транспортировки и возвращения тележки.

Кроме названного оборудования в цехе необходимо предусмотреть размещение тележек для питания виброинструмента в количестве, равном числу бетонораздатчиков. Эти тележки размещают на том же пути, что и бетонораздатчики. В цехе размещают поверхностные (50 шт) и глубинные (15 шт) вибраторы, 4 переносных керосинореза марки K_p-62 для обрезки арматуры, два сварочных трансформатора СТН–500, 6 удочек для смазки форм.

Короткие стенды, как и длинные, из условия экономии объема здания предпочтительно размещать в приямках глубиной 0.6 м от чистого пола. Ширина приямков составляет около 3.5 м.

Протяженность коротких стендов должна соответствовать длине изделия в сумме с размером зоны для размещения анкерных устройств арматуры и проходов для осмотра форм, слива конденсатов паровых рубашек и т.д.

Так, например, для балок и форм $l = 18$ м – протяженность составляет 20.7 м, а для железобетонных элементов длиной 24 м – соответственно 26.7 м. Расстояние между стендами по длине составляет ~ 3 м и используется для размещения упоров, захватов и натяжных механизмов. Укладку бетонной смеси осуществляют порталным бетоноукладчиком с вибронасадкой.

2.2.4.2 Изготовление изделий в кассетах

Проектирование технологии кассетного производства заключается в подборе типа и численности кассетных установок, машин для их сборки и распалубки, стендов для отделки и доводки изделий и вспомогательных площадей производственного цеха для ремонта и хранения кассет, хранение запаса арматуры и выдержки изделий перед вывозом на склад готовой продукции.

На современных предприятиях при изготовлении панелей внутренних стен используют 10-отсечные кассеты СМЖ–3302 с рабочим зеркалом 7.2×3 м и габаритами $9.52 \times 4.09 \times 4.27$ м, а панелей перекрытий – 12-отсечные кассеты СМЖ–3212 с рабочим зеркалом 6×3 м и габаритами $8.32 \times 4.07 \times 4.27$ м. При этом, для распалубки сборки кассет используют машины СМЖ–3301Б с габаритами $8.98 \times 6.55 \times 3.13$ м и соответственно СМЖ–252Б с габаритами $8.98 \times 6.43 \times 3.21$ м. Кроме того, в комплект оборудования входит станок для чистки и шлифования кассет.

Максимальный объем плит перекрытий, как правило, до 3.45 м^3 и масса 8.6 т. Следует предусматривать мостовой кран грузоподъемностью не менее 12.5 т.

Максимальная ширина кассетной установки для изготовления панелей внутренних стен с машиной для распалубки достигает $4.09 + 6.55 = 10.64$ м. Располагая оборудование поперек пролета и учитывая ширину рабочей зоны крана (13.4 м), свободная зона по ширине цеха составляет 2.76 м. В ней располагают линию отделки и комплектацию изделий (например линию СМЖ–38). Ширина линии отделки составляет 3.34 м. Учитывая необходимость подачи изделий мостовым краном, ось линии может располагаться по границе рабочей зоны крана. Тогда минимальное расстояние между кассетным оборудованием и линией отделки останется равным 1.09 м, что удовлетворяет требованию по размещению проходов.

Для выдерживания готовых изделий в цехе используют кондукторы, позволяющие хранить изделия в вертикальном положении. Длина кондуктора определяется длиной изделий с учетом зазоров по 0.2 м с каждой из торцевых сторон, шириной рабочих площадок с лестницами для строповки по 0.8 м. Ширина кондуктора составляет, как правило, $3 \div 3.5$ м. Кондукторы выдерживания изделия размещают в одном ряду с кассетными установками.

Высота цеха, учитывая ширину изделий, достигающую 3.6 м, должна приниматься до головки подкранового рельса не менее 9.5 м.

2.2.4.3 Агрегатно-поточное производство

Изготовление изделий виброформованием на постах 3×6 м

Формовочный пост 3×6 м предназначен для изготовления изделий различного назначения длиной до 6.5 м, шириной до 3.2 м, толщиной до 0.45 м. Номенклатура изделий:

- колонны с максимальным сечением 400×400 мм и массой до 3.5 т;
- ригели высотой до 450 мм и массой до 4 т;
- плиты перекрытий и покрытий с размерами 6×3×0.45 м и массой до 3т;
- фундаментные блоки высотой до 0.45 м и массой до 2.2 т;
- панели стен 3.2×2.9×0.40 м и массой до 4 т.

Основной формовочный агрегат - виброплощадка СМЖ–200Б, используемая для формования изделий 3×6 м, грузоподъемностью 15 т и габаритами 10.1×3×0.8 м с формоукладчиком СМЖ–35А грузоподъемностью 10 т.

Укладку бетонной смеси осуществляют бетоноукладчиком СМЖ–162 ($V_6^{1-3} = 1+1+3 \text{ м}^3$). Ширина колеи – 4 500 мм, скорость передвижения – 1.8÷11.6 м/мин, габариты 5.2×6.02×3.1 м. Пути бетоноукладчика прокладывают от формовочного поста до наиболее удаленной ветви линии подачи бетонной смеси в цех. Для интенсификации твердения бетона в изделиях используют ямные камеры тепловлажностной обработки (т.п. 409–10–38 тип II) длиной 7 м, шириной 3.75 м, глубиной 3.5 м. Отметка пола камеры – 0.5 м. В блоке устанавливают три камеры.

Число камер определяется расчетом в зависимости от производительности пролета, числа одновременно твердеющих в камере изделий, коэффициента оборачиваемости камеры и расчетного числа рабочих дней для данного способа производства (253 дн.).

Для распалубки изделия, а также для укладки арматуры, смазки и чистки форм следует предусматривать до четырех постов с размерами 3.5×7 м. Рядом с постами укладки арматуры используют две установки для электротермического напряжения арматуры СМЖ–129Б с габаритами 5.6×1.5×1.74 м.

В пролете устанавливают стенд для контроля качества изделий и устранения дефектов (т.п. 409–10–15/1).

Размер стенда – 7.8×2.5×0.8 м.

Оборудование, предусматриваемое в пролете дополнительно:

- автоматические захваты СМЖ–46А, грузоподъемностью 15 т – 2 шт.;
- сварочный трансформатор СТН – 500 — 1 шт.;
- керосинорез КР–62 – 2 шт.;
- удочки для смазки форм – 4 шт.

Изготовление изделий виброформованием на постах 3×12 м

Предназначены для изготовления изделий длиной до 12 м. Наиболее часто на этих постах формируют: плиты перекрытия «ТТ» с габаритами 11.76×2.99×0.5 м массой 9.6 т; панели перекрытий (серии ИИ–04–14) с габаритами 8.76×1.49×0.22 м и массой 4.3 т; колонны (серии ИИ–04–2) с габаритами 8.4×0.4×0.4 м и массой 3.4 т.

Пост распалубки, чистки и смазки форм и создания преднапряжения устраивают в виде стенда высотой 0.8 м, длиной 15.27 м и шириной 3.5 м. Площадь территории цеха занимаемая стендом с домкратами, но без учета насосных станций составляет 16.57×4.75 м. Высота стенда с оборудованием достигает 2.5 м.

Набор технологического оборудования пролета:

- автоматическая траверса СМЖ–50А; Q = 25 т;
- виброплощадка СМЖ–280;
- бетоноукладчик СМЖ–162; (2..3 прохода)
- два мостовых крана Q = 32/5 т;
- траверса СМЖ–47А, Q=12 т (для транспортирования готовых изделий).

В пролете предусматривают пост для контроля и ремонта изделий, имеющих мелкие дефекты. Для этого предусматривают стенд по т/п 409–10–16/1А, с габаритами 12×3.6×1.8 м.

Для интенсификации твердения в пролете предусмотрены ямные камеры тепловой оболочки (тип III по т.п. 409–10–38) с габаритами 14.5×4×4 м, имеющие отметку пола -1.2 м от чистого пола цеха.

Вывоз готовой продукции на склад предусмотрен самоходной тележкой СМЖ–151 в сцепке с прицепом СМЖ–154.

2.2.4.4 Конвейерное производство

Весь технологический процесс разделяют на ряд технологических операций, одна или несколько из которых выполняется на определенном посту.

Как правило, тепловые агрегаты являются частью конвейерного кольца и работают в его системе в принудительном ритме. Это обуславливает одинаковые или кратные расстояния между технологическими постами (шаг конвейера), одинаковые габаритные размеры форм и развернутую длину тепловых агрегатов.

Рациональными областями применения конвейерных технологических линий следует считать специализированное производство изделий одного вида и типа — панели перекрытий и покрытий, аэродромные и дорожные плиты, панели внутренних стен, наружные стеновые панели и др.

Число постов на конвейерах от 6 до 17, ритм работы конвейеров от 10 до 22 мин, скорость перемещения от 0.9 до 1.3 м/с.

Тележечный конвейер является шаговым пульсирующим агрегатом и состоит из ряда тележек-вагонеток, оборудованных формами для изготовления железобетонных изделий, в том числе предварительно напряженных. Преимущественно изготавливают: панели наружных стен и перекрытий жилых и промышленных зданий. Длина форм-вагонеток принята в зависимости от размеров изготавливаемых изделий. При этом, расположение формуемых изделий на тележках может быть продольным и поперечным.

Общая длина конвейера достигает до 120 м. Конвейер разделен на специализированные посты. Одновременно в пределах поста может находиться одна или несколько форм вагонеток. Число постов и их очередность определяется последовательностью всех технологических операций, необходимых для качественного изготовления изделий.

Общее число постов на конвейерах зависит от сложности отделки изделий. Так, например, при длине тележек 7 м, число постов может достигать 17.

В составе основных операций, производимых на тележечном конвейере, состоит тепловая обработка бетона, которая выполняется в напольных, выносных тоннельных или заглубленных тоннельных камерах. Выбор вида и устройства камеры тепловой обработки производят в зависимости от производительности конвейерной линии и сложности технологического процесса формования.

Ритм передвижения форм-вагонеток устанавливают расчетом по длительности самой продолжительной операции, производимой на рабочем месте.

Удельная металлоемкость формы характеризует отношение массы формы к единице объема изготавливаемого в ней изделия или изделий.

Размещение тележечного конвейера в пролете вызывает необходимость предусматривать площади в цехе для выдерживания изделий перед вывозом их на склад готовой продукции. В зависимости от номенклатуры выпускаемой продукции места для выдержки изделий оборудуют либо стеллажами, либо контейнерами, позволяющими хранить изделия в вертикальном положении. Кроме того, должны быть предусмотрены площади для хранения комплектующих изделий и полуфабрикатов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРНЫХ ИСТОЧНИКОВ К ГЛАВЕ 2

- 2.1 Цителаури Г.И. Проектирование технологии заводов сборного железобетона.– М.: Высшая школа, 1986. – 312 с.
- 2.2 Баженов Ю.М., Комар А.Г. Технология бетонных и железобетонных изделий.– М.: Стройиздат, 1984. – 672 с.
- 2.3 ОНТП–07–85. Общесоюзные нормы технологического проектирования предприятий сборного железобетона/ Минстройматериалов СССР. - М.: 1986. – 51 с.
- 2.4 Руководство по технологии изготовления предварительно напряженных железобетонных конструкций/ НИИЖБ Госстроя СССР.– М.: Стройиздат, 1985 – 191 с.
- 2.5 СНиП 1.02.01–85. Инструкция о составе, порядке разработки, согласования и утверждения проектно-сметной документации на строительство предприятий, зданий и сооружений/ Госстрой СССР.– М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1986. – 40 с.
- 2.6 СНиП 3.09.01–85. Производство сборных железобетонных конструкций и изделий/ Госстрой СССР.– М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1985. – 40 с.
- 2.7 Производство сборных железобетонных изделий. Справочник/ Г.И. Бердичевский, А.П. Васильев, С.И. Калинина/ под ред. К.В. Михайлова, К.Н. Королева. 2-е издание, переработанное и дополненное.– М.: Стройиздат, 1989 – 447 с.

Учебное издание

Сырица Галина Ивановна

Тур Виктор Владимирович

Довнар Надежда Ивановна

Басов Виктор Степанович

ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРЕДПРИЯТИЯ СБОРНОГО ЖЕЛЕЗОБЕТОНА

ЧАСТЬ 3: ТЕХНОЛОГИЯ И ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА ПРЕДПРИЯТИЙ СТРОИТЕЛЬНОЙ ИНДУСТРИИ

Конспект лекций для студентов специальности
70 01 01 «Производство строительных изделий и конструкций»

Под общей редакцией В.В. Тура и Г.В. Сырицы

Ответственный за выпуск **В.С. Басов**
Редактор **Т.В. Строкач**
Компьютерная верстка **Е.А. Боровикова**
Корректор **Е.В. Никитчик**

Подписано к печати 10.03.2008 г. Бумага «Снегурочка».
Формат 60×84 ¹/₁₆. Гарнитура «Arial». Усл. печ. л. 1,86. Уч.-изд. л. 2,0.
Тираж 120 экз. Заказ № 311. Отпечатано на ризографе учреждения
образования «Брестский государственный технический университет».
224017, г. Брест, ул. Московская, 267.