

Министерство образования и науки Российской Федерации

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
"Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет"(ННГАСУ)**

Кафедра строительных материалов

**ПРИМЕРЫ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РАСЧЕТОВ
В КУРСОВОМ И ДИПЛОМНОМ
ПРОЕКТИРОВАНИИ**

Часть 2.

Кассетная, кассетно-конвейерная, стендовая технологии, склады сырья

**Методические указания
для студентов направления 08.03.01 – Строительство
с профилем обучения “Производство и применение
строительных материалов, изделий и конструкций”**

Нижний Новгород

ННГАСУ

2014

УДК 666.97.035.55

Примеры технологических расчетов в курсовом и дипломном проектировании. Часть 2. Методические указания для студентов направления 08.03.01 – Строительство с профилем обучения “Производство и применение строительных материалов, изделий и конструкций”. -Н.Новгород: ННГАСУ, 2014.-46с.

В методических указаниях приведены примеры расчетов технологических линий, оснащённых кассетами и кассетно-конвейерными установками, а также линий по изготовлению центрифугированных труб. Здесь же приведены примеры технологического расчёта стендовых линий по производству санитарно-технических кабин и многопустотных предварительно напряжённых плит перекрытий, а также складов сырьевых материалов.

Методические указания могут быть использованы как при выполнении курсового проекта по дисциплине “Проектирование предприятий строительной индустрии”, а также при выполнении выпускной квалификационной работы.

Рис - 8, табл. 10, библиограф. назв. 10.

Составитель **Н.М.КОННОВ**

© Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет,

2014

1. Пример расчета кассетной технологической линии

Задание на проектирование:

Рассчитать кассетную линию завода крупнопанельного домостроения по производству 450 тыс. м² общей площади в год. Общая площадь одной блок-секции $S_{bc} = 4085 \text{ м}^2$ (по данным типового проекта дома).

Решение:

Расчёт кассетной линии сводится к определению числа кассет для выполнения годовой программы завода по изготовлению железобетонных изделий. Номенклатура изготавливаемых изделий на одну блок-секцию в соответствии с типовым проектом дома представлена в табл.1.

Таблица 1.1 Номенклатура выпускаемых изделий ¹

Группа изделий по типоразмерам	Марка изделий	Размеры, мм	Объем изделия, м ³	Количество изделий на	
				блок-секцию	год
1	2BC-1	5620x2570x140	2,02	90	9900

	2BC-1-4	5620x2570x140	2,02	41	4510
2	2BC-5-2	3160x2570x140	1,3	20	2200
	2BC-5-3	3160x2570x140	1,3	10	1100
	2BC-5-4	3160x2570x140	1,3	10	1100

3	2BC-4-1	2700x2570x140	0,97	18	1980
4	2BC-4-2	3800x2570x140	1,37	18	1980

Годовая производительность завода КПД, выраженная в количестве блок-секций, которые необходимо изготовить в год, определится по формуле, шт

¹ - номенклатура изделий приведена в таблице не полностью. При проведении реальных расчетов в таблицу включаются все изделия, изготавливающиеся в кассетах, по типовому проекту дома. Условно принято, что в рассматриваемых изделиях не имеется каких-либо проёмов.

$$N_{\text{б-с}} = \frac{P_{\text{об-пл}}}{S_{\text{б-с}}} = \frac{450000}{4085} = 110 \text{ блок-секций}$$

Режим работы кассетной линии принимается по ОНТП 07-85 [1]

- номинальное количество рабочих суток в году - 260;
- расчетное количество рабочих суток в году - 253;
- количество рабочих смен в сутки - 2;
- продолжительность рабочей смены в часах - 8.

Для изготовления панелей внутренних стен принята за базовую десятиотсечная кассетная установка СМЖ 3302. Основные технические характеристики установки приведены в таблице 2.

Таблица 1.2 Основные технические характеристики кассетной установки СМЖ 3302 [3]

Наименование показателя	Численное значение
1. Габариты изделия, м	7.2 x 3,0 x 0,16
2. Число отсеков	10
3. Установленная мощность, кВт	4
4. Габаритные размеры, м	9,52 x 4,04 x 4,27
5. Масса, т	102,55

Число кассетных установок, необходимых для выполнения годовой программы, определится по формуле

$$N = \frac{P_{\text{год}}}{M_{\text{кас}}}, \text{ шт}$$

где $P_{\text{год}}$ - годовая производительность формовочного цеха завода КПД, м³/год;

$M_{\text{кас}}$ - производительность одной кассетной установки, м³/год;

Годовая производительность формовочного цеха завода КПД в м³/год может быть вычислена с привлечением номенклатуры изделий,

приведённой в табл.1, следующим образом:

$$P_{\text{год}} = 2,02 \cdot (9900 + 4510) + 1,3 \cdot (2200 + 1100 + 1100) + 0,97 \cdot 1980 + \\ + 1,37 \cdot 1980 = 39461,4 \text{ м}^3/\text{год}$$

Годовая производительность одной кассетной установки, м³/год, можно определить по формуле

$$M_{\text{кас}} = V_{\text{и}}^{\text{ср.взв.}} \cdot K_{\text{см}} \cdot K_{\text{об}} \cdot T_{\text{ном}} \cdot N_{\text{фо}}^{\text{кас}}$$

где $V_{\text{и}}^{\text{ср.взв.}}$ - средневзвешенный объём изделия, м³;

$T_{\text{ном}}$ - расчётное количество рабочих дней в году. По ОНТП 07-85 $T_{\text{ном}} = 260$ дней;

$N_{\text{фо}}^{\text{кас}}$ - количество формовочных отсеков в кассетной установке, шт. $N_{\text{фо}}^{\text{кас}} = 10$ формовочных отсеков.

$K_{\text{см}}$ - коэффициент использования оборудования (кассетных установок). $K_{\text{см}}$ принимается равным не менее 0,85;

$K_{\text{об}}$ - коэффициент оборачиваемости кассетных установок в сутки.

Средневзвешенный объём изделия определяется следующим образом:

$$V_{\text{и}}^{\text{ср.взв.}} = \frac{2,02 \cdot (9900 + 4510) + 1,3 \cdot (2200 + 1100 + 1100) + 0,97 \cdot 1980 + 1,37 \cdot 1980}{9900 + 4510 + 2200 + 1100 + 1100 + 1980 + 1980} = 1,733 \text{ м}^3$$

Коэффициент оборачиваемости кассетных установок при двух сменной работе цеха ориентировочно можно определить по формуле

$$K_{\text{об}} = \frac{16}{\tau_{\text{ф}} + \tau_{\text{то}} + \tau_{\text{расп}} + \tau_{\text{подгот}}}$$

где $\tau_{\text{ф}}$, $\tau_{\text{расп}}$, $\tau_{\text{подгот}}$, $\tau_{\text{то}}$ - продолжительность формования, распалубки и извлечения изделий, подготовительных операций (распалубка, чистка, смазка, армирование и сборка кассеты) и тепловой обработки, час. В соот-

ветствии с нормами технологического проектирования ОНТП 07-85 для десятиотсечной кассеты $\tau_{\text{ф}}=1$ час, $\tau_{\text{р}}=1$ час и $\tau_{\text{подгот}}=2$ часа. Режим тепловой обработки в кассете принимается по ОНТП 07-85 [1] в зависимости от класса бетона и толщины изделий. При классе бетона В15 и толщине изделий 100...200 мм режим тепловой обработки составит $9,5(1+4+4,5)$ часов. Для ускорения твердения бетона в его состав предусмотрено введение Na_2SO_4 в количестве 1,5 % от массы цемента. Введение ускорителя твердения позволяет уменьшить продолжительность режима на 0,5...1,0 час. При введении Na_2SO_4 в количестве 1,5 % от массы цемента уменьшим продолжительность стадии выдерживания бетона без подачи пара (стадию охлаждения изделий). Таким образом, продолжительность режима тепловой обработки составит $9,0(1,0 + 4,0 + 4,0)$ часов.

Таким образом, ориентировочный коэффициент оборачиваемости кассетных установок составит:

$$K_{\text{об}} = \frac{16}{1 + 2 + 1 + 9} = 1,231$$

Годовая производительность, $\text{м}^3/\text{год}$, одной кассетной установки составит

$$M_{\text{кас}} = 1,733 \cdot 0,95 \cdot 1,231 \cdot 260 \cdot 10 = 5269,3 \text{ м}^3/\text{год}$$

Число кассетных установок составит:

$$N = \frac{P_{\text{год}}}{M_{\text{кас}}} = \frac{39461,4}{5269,3} = 7,5 \text{ шт}$$

Принимаем для выполнения годовой программы 8 кассетных установок.

Однако следует отметить, что приведенная выше методика определения числа кассетных установок с достаточной степенью достоверности может применяться только тогда, когда во всех кассетах формуется изделия одного и того же типоразмера, что в завод-

ской практике бывает крайне редко. Значительно чаще в кассетных установках формуются изделия (панели внутренних стен, панели перекрытий) полностью на дом. Номенклатура изделий при этом оказывается сравнительно большой, изделия имеют разные размеры. В этом случае для уменьшения количества переналадок кассетной установки приходится при изготовлении панелей меньшего размера заглушать часть пространства формовочного отсека, либо в одном отсеке формовать по два или три изделия, но так, чтобы суммарный коэффициент заполнения отсека, как правило, не превышал 0,9...0,95. Для уменьшения переналадок формовочных отсеков и определения количества кассетных установок, необходимых для обеспечения заданной производительности, выполняется раскладка изделий по отсекам (закрепление конкретного отсека для изготовления определенного изделия или группы изделий). Раскладка изделий по отсекам кассетных форм заключается прежде всего в выявлении близких по конструкции и габаритам изделий. Раскладка начинается с панелей, имеющих коэффициент заполнения отсека более половины. Затем такая же раскладка производится по изделиям, которые формуются в отсеке набором.

Так как высота и толщина изделий, формуемых в кассете, как правило, одинакова, то коэффициент заполнения отсека можно определить по формуле

$$K_{\text{зап}} = \frac{L_{\text{изд}}}{L_{\text{фо}}}$$

где $L_{\text{изд}}$ - длина изделия той или иной группы, м;

$L_{\text{фо}}$ - длина формовочного отсека кассеты, м.

Таким образом, коэффициент заполнения отсека составит:

а) для первой группы изделий $K_{\text{зап}}^1 = \frac{5620}{7200} = 0,78$

б) для второй группы изделий $K_{зап}^2 = \frac{3160}{7200} = 0,44$

в) для третьей группы изделий $K_{зап}^3 = \frac{2700}{7200} = 0,38$

г) для четвертой группы изделий $K_{зап}^4 = \frac{3800}{7200} = 0,53$

Таким образом, изделия первой группы следует формировать по одному изделию в отсеке, а часть формовочного отсека должна быть заглушена.

Изделия второй группы формуруются по два в формовочном отсеке. Изделия третьей и четвертой целесообразно формировать совместно, то есть в каждом формовочном отсеке формуется одно изделие третьей и одно изделие четвертой группы, разделенных между собой дополнительной перегородкой.

Режим тепловой обработки в кассете принят по ОНТП 07-85 [1] в зависимости от класса бетона и толщины изделий. Режим тепловой обработки определен ранее и составляет 9,0 часов.

Максимально допустимая длительность операций для десятиотсечной кассеты определена ранее и составляет:

- длительность распалубки $t_p=1$ час;
- длительность подготовки кассеты к бетонированию $t_{подг}=2$ часа;
- продолжительность бетонирования $t_{бет}=1$ час.

Цикл работы кассеты и ориентировочный коэффициент оборачиваемости кассеты определены ранее и составляют:

$$T_{ц}=1 + 2 + 1 + 9,0 = 13,0 \text{ час.}$$

$$K_{об} = \frac{16}{13,0} = 1,231$$

Количество отсекоформовок (формомест) рассчитывается по формуле (7) [4]

$$N_{\text{фм}} = \frac{P_{\text{год}}}{K_{\text{об}} \times T_{\text{ном}}}$$

где $P_{\text{год}}$ - годовая производительность технологической линии, шт. пан. в год;

$K_{\text{об}}$ - коэффициент оборота кассетных установок, оборот/сут;

$T_{\text{ном}}$ - номинальное количество рабочих дней в году. По ОНТП 07-85 $T_{\text{ном}}=260$ дней.

Таблица 1.3 Номенклатура выпускаемых изделий
и расчетное количество отсекоформовок

Группа изделий по типоразмерам	Марка изделий	Коэффициент заполнения отсека	Размеры, мм	Геометрический объем изделия, м ³	Количество изделий на		Количество отсекоформовок
					блок-секцию	год	
1	2ВС-1	0,78	5620x2570x140	2,02	90	9900	45,02
	
	2ВС-1-4	0,78	5620x2570x140	2,02	41	4510	
2	2ВС-5-2	0,44	3160x2570x140	1,3	20	2200	6,87
	2ВС-5-3	0,44	3160x2570x140	1,3	10	1100	
	2ВС-5-4	0,44	3160x2570x140	1,3	10	1100	
	
3	2ВС-4-1	0,38	2700x2570x140	0,97	18	1980	6,19
4	2ВС-4-2	0,53	3800x2570x140	1,37	18	1980	
И Т О Г О							58,08

Таким образом, число десятиотсечных кассет, необходимых для выполнения годовой программы, определяется по формуле

$$N_{\text{кас}} = \frac{58,08}{10} = 5,808$$

Для выполнения годовой программы цеха принимаем шесть кассетных установок.

Распределение изделий для их формования по кассетным установкам может быть следующим:

- в кассетах №1...№4 и в шести отсеках кассеты № 5 формируются изделия первой группы;
- в четырех отсеках кассеты №5 и в трех отсеках кассеты №6 формируются изделия 2 группы;
- в семи отсеках кассеты №6 формируются изделия третьей и четвертой группы.

Для построения циклограммы работы кассетных установок необходимо определить ритм работы кассетной линии. Ритм (**R**) работы кассетной линии определяется с учетом заданной производительности и максимально допустимой длительности операций по ОНТП 07-85 [1]. Ритм работы кассетной линии определяется по формуле

$$R = \frac{60 \times t \times N_{\text{фо}}^{\text{кас}} \times V_{\text{и}}^{\text{б}}}{\Pi_{\text{сут}}}$$

где t - количество рабочих часов формовочного отделения в сутки, час. По ОНТП 07-85 [1] принимаем двухсменный режим работы цеха. Следовательно $t=16$ часов;

$N_{\text{фо}}^{\text{кас}}=10$ - число формовочных отсеков в кассетной установке, шт.

$V_{\text{и}}^{\text{б}}$ - средневзвешенный объем изделия (или группы изделий, формирующихся в одном отсеке), т.е. средневзвешенный геометрический

объём изделий, формующихся в одном формовочном отсеке), м³;

$\Pi_{\text{сут}}$ - суточная производительность кассетной технологической линии, м³.

Средневзвешенный геометрический объем изделий, бетонизируемых в одном формовочном отсеке, определяется следующим образом

$$V_{\text{б}}^u = \frac{2,02 \cdot 14410 + (1,3 + 1,3) \cdot 2200 + (0,97 + 1,37) \cdot 1980}{14410 + 2200 + 1980} = 2,123 \text{ м}^3$$

Суточная производительность определяется по ниже приведенной формуле с учетом того, что часть изделий формуется по два в одном формовочном отсеке:

$$\Pi_{\text{сут}} = \frac{\Pi_{\text{год}}}{T_{\text{ном}}}, \text{ м}^3$$

где $\Pi_{\text{год}}$ - годовая производительность цеха, м³;

$T_{\text{ном}} = 260$ - номинальное количество рабочих дней в году по ОНТП 07-85 [1].

$$\Pi_{\text{год}} = 2,02 \times 14410 + 1,3 \times 4400 + 0,97 \times 1980 + 1,37 \times 1980 = 39461,4 \text{ м}^3$$

$$\Pi_{\text{сут}} = \frac{39461,4}{260} = 151,8, \text{ м}^3$$

$$R = \frac{60 \times 16 \times 10 \times 2,123}{151,8} = 134,3, \text{ мин}$$

Ритм работы кассетной линии можно определить также по формуле

$$R = \frac{60 \times t}{\Pi_{\text{сут}}^{\text{форм}}}, \text{ мин}$$

где $\Pi_{\text{сут}}^{\text{форм}}$ - требуемое количество формовок в сутки, кассет/сут.

Требуемое количество формовок в сутки определится следующим образом:

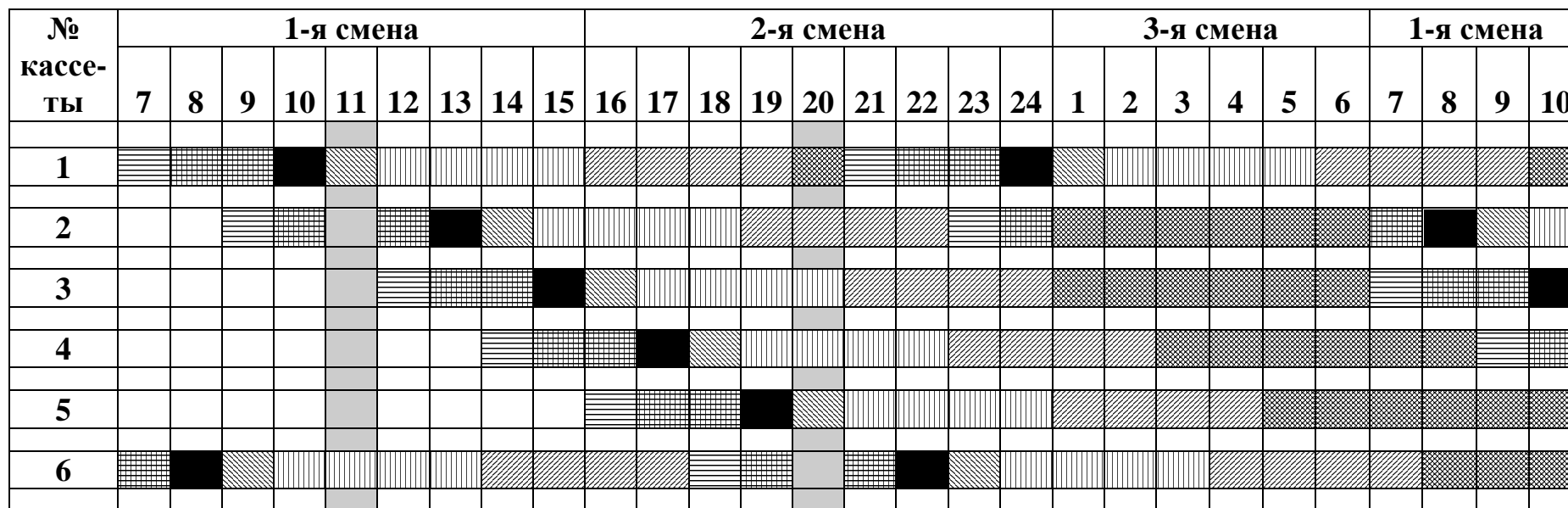
$$\Pi_{\text{сут}}^{\text{форм}} = \frac{14410 + \frac{2200 + 2200}{2} + \frac{1980 + 1980}{2}}{260 \times 10} = 7,15$$

$$R = \frac{60 \times 16}{7,15} = 134,26, \text{ мин}$$

При ритме 120...140 мин рекомендуется принимать параллельно-последовательное выполнение операций. Бригада в этом случае будет состоять из двух специализированных звеньев, одно из которых выполняет работы по распалубке и бетонированию кассеты, а второе занято подготовкой кассеты к бетонированию. Так как расчетный ритм превышает максимально допустимую по ОНТП 07-85 [1] продолжительность самой длительной операции (подготовка кассеты), то для построения циклограммы принимаем ритм работы (фактическая продолжительность ритма) кассетной линии $R_{\phi}=120$ мин. Циклограмма работы кассет с параллельно-последовательным выполнением операций приведена на рисунке 1.1.

При полученных расчетных данных может быть принято и другое сочетание операций, например, последовательное. При этом кассетную линию будет обслуживать одна бригада с выполнением всех операций от распалубки до бетонирования. При последовательном сочетании операций необходимо организовать две аналогичных технологических линии. Для более равномерного потребления бетонной смеси, изготавливаемой в бетоносмесительном цехе, необходимо производить бетонирование кассет в первой и второй технологических линиях в разное время. Циклограмма работы кассет с последовательным выполнением операций в технологических линиях приведена на рисунке 1.2.

Пример планировки цеха с кассетной и стендовой технологиями приведён на рисунке 3.1.



Условные обозначения:

▨ - распалубка кассеты (первое звено)

▨ - подготовка кассеты (второе звено)

▨ - бетонирование кассеты (первое звено)

▨ - подъем температуры в кассете

▨ - изотермическая выдержка

▨ - снижение температуры в кассете

▨ - обеденный перерыв

▨ - простой кассеты

Рисунок 1.1 Циклограмма работы кассет при их обслуживании бригадой, состоящей из двух специализированных звеньев при параллельно-последовательном сочетании операций



Условные обозначения:

||||| - распалубка кассеты

||||| - подготовка кассеты

■ - бетонирование кассеты

||||| - подъем температуры в кассете

||||| - изотермическая выдержка

||||| - снижение температуры в кассете

■ - обеденный перерыв

||||| - простой кассеты

Рисунок 1.2 - Циклограмма работы двух кассетных технологических линии при их обслуживании бригадой, состоящей из одного звена широкого профиля

2. Пример расчета кассетно-конвейерной технологической линии СКТБ "Стройиндустрии"

Задание на проектирование

Рассчитать кассетно-конвейерную технологическую линию СКТБ "Стройиндустрии" завода крупнопанельного домостроения по производству 450 тыс. м² общей площади в год. Общая площадь одной блок-секции S_{бс} = 4085 м² (по данным типового проекта дома).

Решение:

1. Требуемое количество блок-секций в год, шт

$$N_{\text{бс}} = \frac{П_{\text{бс}}}{S_{\text{бс}}} = \frac{450000}{4085} = 110 \text{ блок-секций}$$

2. Номенклатура изделий на одну блок-секцию и на годовую программу приведена в таблице 2.1.

Таблица 2.1 Номенклатура выпускаемых изделий ¹

Группа изделий по типоразмерам	Марка изделий	Размеры, мм	Объем изделия, м ³	Количество изделий на	
				блок-секцию	год
1	2ВС-1	5620x2570x140	2,02	90	9900
 2ВС-1-4 5620x2570x140 2,02 41 4510
2	2ВС-5-2	3160x2570x140	1,3	20	2200
	2ВС-5-3	3160x2570x140	1,3	10	1100
	2ВС-5-4	3160x2570x140	1,3	10	1100
.....
3	2ВС-4-1	2700x2570x140	0,97	18	1980
4	2ВС-4-2	3800x2570x140	1,37	18	1980

¹ - номенклатура изделий приведена в таблице не полностью. При проведении реальных расчетов в таблицу включаются все изделия, изготавливающиеся на кассетно-конвейерной линии, по типовому проекту.

3. Режим работы кассетно-конвейерной линии принимаем по ОНТП 07-85, как для кассетной линии:

- номинальное количество рабочих суток в году - 260;
- расчетное количество рабочих суток в году - 253;
- количество рабочих смен в сутки - 2;
- продолжительность рабочей смены в часах - 8.

4. Для формования изделий принимаем формовочную установку с длиной формовочного отсека 6700 мм типа 885.А.01.

Таблица 2.1 Техническая характеристика формовочной установки
типа 885.А.1.

Наименование показателя	Численное значение
1. Максимальные габаритные размеры, мм: длина	8600/6700
ширина	2300/-----
высота	4161/3300
2. Установленная мощность, кВт	4,4
3. Масса, т	38,6

Примечание: в графе численное значение - над чертой приведены габаритные размеры установки, под чертой – максимальные размеры формуемого изделия

5. Коэффициент заполнения отсека определяется по формуле

а) для первой группы изделий $K_{\text{зап}}^1 = \frac{5620}{6700} = 0,839$

б) для второй группы изделий $K_{\text{зап}}^2 = \frac{3160}{6700} = 0,472$

в) для третьей группы изделий $K_{\text{зап}}^3 = \frac{2700}{6700} = 0,403$

г) для четвертой группы изделий $K_{\text{зап}}^4 = \frac{3800}{6700} = 0,567$

Таким образом, изделия первой группы следует формовать по одному

изделию в отсеке (или по два на каждой форме-делителе), а часть формовочного отсека должна быть заглушена. Изделия второй группы формуются по два в формовочном отсеке (или по четыре на каждой форме-делителе). Изделия третьей и четвертой групп целесообразно формовать совместно, то есть в каждом формовочном отсеке (с одной стороны формы-делителя) формуется одно изделие третьей и одно изделие четвертой группы, разделенных между собой дополнительной перегородкой.

6. Режим тепловой обработки (первый этап тепловой обработки) в формовочной установке кассетно-конвейерной линии принимается 1,5 часа.

Для ускорения твердения бетона на первой стадии тепловой обработки в его состав предусмотрено введение Na_2SO_4 в количестве 1,5 % от массы цемента.

Второй этап тепловой обработки в тоннельной камере непрерывного действия принимается по ОНТП 07-85 [1] в зависимости от класса бетона и толщины изделий, как для кассетной технологии с одностадийной термообработкой. При классе бетона В15 и толщине изделий 100...200 мм режим тепловой обработки составит 9,5(1+4+4,5) часов. Учитывая, что тепловая обработка осуществляется в тоннельной камере, изменяем продолжительность стадии изотермической выдержки и стадии охлаждения. Таким образом, продолжительность режима тепловой обработки в тоннельной камере непрерывного действия составит 9,5(1,0 + 7,0 + 1,5) часов.

7. Руководствуясь указаниями ОНТП 07-85 [1], приведенными для кассетной технологии, устанавливаем длительность операций для формовочного поста:

- длительность распалубки $\tau_p=12$ мин (по 6 мин на один формовочный отсек);

- длительность подготовки (выкатить на передаточный мост форму-де-

литель с изделиями, очистить две формирующие поверхности крайних тепловых стенок-отсеков, закатить с передаточного моста подготовленную под бетонирование форму-делитель) формовочной установки к бетонированию $\tau_{\text{подг}}=24$ мин (по 12 мин на один формовочный отсек);

- продолжительность бетонирования $\tau_{\text{бет}}=12$ мин (по 6 мин на один формовочный отсек).

-продолжительность тепловой обработки $\tau_{\text{то}}=90$ мин.

8. Цикл (принятый ритм) работы и ориентировочный коэффициент оборачиваемости формовочной установки кассетно-конвейерной линии определяются по формулам :

$$R_{\text{ф}}=T_{\text{ц}}=12+24+12+90 = 138 \text{ мин.}$$

$$K_{\text{об}} = \frac{16 \times 60}{138,0} = 6,957$$

9. Количество отсекоформовок рассчитывается по формуле (7) [4]

$$N_{\text{фм}} = \frac{\Pi_{\text{год}}}{K_{\text{об}} \times T_{\text{ном}}}$$

где $\Pi_{\text{год}}$ - годовая производительность технологической линии, шт. пан. в год;

$K_{\text{об}}$ - коэффициент оборота формовочных установок, оборот/сут;

$T_{\text{ном}}$ - номинальное количество рабочих дней в году. По ОНТП 07-85 $T_{\text{ном}}=260$ дней.

Количество отсеко-формовок приведено в таблице 2.2.

10. Число формовочных установок кассетно-конвейерной линии, необходимых для выполнения годовой программы, определяется по формуле

$$N_{\text{ф.у.}} = \frac{10,58}{2} = 5,29$$

Таким образом, для выполнения годовой программы цеха принимаем шесть формовочных установок в кассетно-конвейерной линии.

Таблица 2.2 Номенклатура выпускаемых изделий
и расчетное количество отсекоформовок

Группа изделий по типораз-мерам	Марка изделий	Коэффициент за-полния отсека	Размеры, мм	Объем Изделия, м ³	Количество издел. на		Количество отсекоформовок
					блок-секцию	год	
1	2BC-1	0,839	5620x2570x140	2,02	90	9900	8,2
	
	2BC-1-4	0,839	5620x2570x140	2,02	41	4510	
2	2BC-5-2	0,432	3160x2570x140	1,3	20	2200	1,25
	2BC-5-3	0,432	3160x2570x140	1,3	10	1100	
	2BC-5-4	0,432	3160x2570x140	1,3	10	1100	
	
3	2BC-4-1	0,403	2700x2570x140	0,97	18	1980	
4	2BC-4-2	0,567	3800x2570x140	1,37	18	1980	1,13
И Т О Г О							10,58

При построении циклограммы принимаем последовательное сочетание операций.

При последовательном сочетании операций количество формовочных установок в одной технологической линии можно определить следующим образом:

$$N_{\text{ф.у.}}^{\text{т.л.}} = \frac{T_{\text{ц}}}{\tau_{\text{р}} + \tau_{\text{подг}} + \tau_{\text{бет}}} = \frac{138}{12 + 24 + 12} = 2,875$$

Принимаем три формовочных установки в одной технологической линии. Для выполнения годовой программы необходимо организовать две технологических линии. При этом кассетно-конвейерную линию, состоящую из

трех формовочных установок, будет обслуживать одна бригада с выполнением всех операций от распалубки до бетонирования. Для более равномерного потребления бетонной смеси, изготавливаемой в бетоносмесительном цехе, необходимо производить бетонирование формовочных установок в первой и второй технологических линиях в разное время. Циклограмма работы кассет с последовательным выполнением операций в технологических линиях приведена на рисунке 2.1.

Количество формовочных установок, а также количество технологических линий можно определить сравнивая расчетный и принятый фактически ритм работы.

11. Расчетный ритм (R_p) работы кассетно-конвейерной линии определяется с учетом заданной производительности и максимально допустимой длительности операций по ОНТП 07-85 [1]. Ритм работы кассетно-конвейерной линии определяется по формуле

$$R_p = \frac{60 \times T_c \times N_{\text{фо}}^{\text{кас}} \times V_{\text{н}}^6}{\Pi_{\text{сут}}}$$

где T_c - количество рабочих часов формовочного отделения в сутки, час. По ОНТП 07-85 [1] принимаем двухсменный режим работы цеха. Следовательно, $T_c = 16$ часов;

$N_{\text{фо}}^{\text{кас}} = 2$ - число формовочных отсеков в формовочной установке кассетно-конвейерной линии, шт.;

$V_{\text{н}}^6$ - средневзвешенный объем изделия (или группы изделий, формирующихся в одном отсеке), формируемого в отсеках формовочной установки кассетно-конвейерной линии, м^3 ;

$\Pi_{\text{сут}}$ - суточная производительность кассетной технологической линии, м^3 .

Средневзвешенный объем одной формовки определяется следующим образом

$$V_{\text{н}}^{\text{б}} = \frac{2,02 \times 14410 + 2,6 \times 2200 + (0,97 + 1,37) \times 1980}{14410 + 2200 + 1980} = 2,123 \text{ м}^3$$

Суточная производительность определяется по нижеприведенной формуле с учетом того, что часть изделий формуются по два в одном формовочном отсеке:

$$П_{\text{сут}} = \frac{П_{\text{год}}}{T_{\text{ном}}}, \text{ м}^3$$

где $П_{\text{год}}$ - годовая производительность цеха, м^3 ;

$T_{\text{ном}} = 260$ - расчетное количество рабочих дней в году по ОНТП 07-85 [1].

$$П_{\text{год}} = 2,02 \times 14410 + 1,3 \times 4400 + 0,97 \times 1980 + 1,37 \times 1980 = 39461,4 \text{ м}^3$$

$$П_{\text{сут}} = \frac{39461,4}{260} = 151,8, \text{ м}^3$$

$$R_{\text{р}} = \frac{60 \times 16 \times 2 \times 2,123}{151,8} = 26,9, \text{ мин}$$

Ритм работы кассетно-конвейерной линии можно определить также по формуле

$$R_{\text{р}} = \frac{60 \times T_{\text{с}}}{П_{\text{с}}^{\text{ф}}}, \text{ мин}$$

где $П_{\text{с}}^{\text{ф}}$ - требуемое количество формовок в сутки, шт.

Требуемое количество формовок в сутки определится следующим образом:

$$П_{\text{с}}^{\text{ф}} = \frac{14410 + \frac{2200 + 1100 + 1100}{2} + \frac{1980 + 1980}{2}}{260 \times 2} = 35,75 \text{ формовок в сутки}$$

$$R_{\text{р}} = \frac{60 \times 16}{35,75} = 26,9, \text{ мин}$$

Ритм работы формовочных установок в соответствии с нормами ОНТП

составляет

$$R_p^{\text{прин}} = \tau_p + \tau_{\text{подг}} + \tau_{\text{форм}} = 12 + 24 + 12 = 48 \text{ мин}$$

Количество формовочных установок в технологической линии может быть определено следующим образом:

$$N_{\text{ф.у.}}^{\text{т.л.}} = \frac{R_{\text{тм}}}{R_p} = \frac{138}{48,0} = 2,88$$

Принимаем 3 формовочных установки в технологической линии.

Таким образом, количество технологических линий для выполнения годовой программы цеха определится следующим образом:

$$N_{\text{т.л.}} = \frac{N_{\text{ф.у.}}}{N_{\text{ф.у.}}^{\text{т.л.}}} = \frac{5,29}{2,88} = 1,84$$

Принимаем две кассетно-конвейерных линии, состоящих из 3 формовочных установок каждая.

Циклограмма работы формовочных установок приведена на рисунке 2.1.

В состав кассетно-конвейерной линии входит тоннельная камера непрерывного действия, габаритные размеры которой определяются в пункте 12. Кроме того, там же определяется количество постов и расстояние между ними на конвейерной линии подготовки форм-делителей.

12. Определение размеров тоннельной камеры непрерывного действия

12.1. Количество форм-делителей, находящихся в тоннельной камере непрерывного действия на втором этапе тепловой обработки, определяется по формуле

$$n' = \frac{60 \times \tau_2^{\text{т}0}}{R_p^{\text{пот}}}, \text{ шт}$$

где $\tau_2^{\text{т}0} = 9,5 \text{ ч}$ - продолжительность второго этапа тепловой обработки;

$R_p^{\text{пот}}$ - ритм потока.

Ритм потока может быть определён следующим образом:

$$R_p^{\text{пот}} = \frac{R_p^{\text{принят}}}{N_{\text{м.л.}}} = \frac{48}{2} = 24 \text{ мин.}$$

Таким образом, число форм-делителей, находящихся в тоннельной камере на втором этапе тепловой обработки составит:

$$n' = \frac{60 \times \tau_2^{\text{то}}}{R_p^{\text{пот}}} = \frac{60 \times 9,5}{24} = 23,75 \text{ шт.}$$

Принимаем 24 формы-делителя, находящихся в тоннельной камере на втором этапе тепловой обработки.

Принимаем три тоннельных камеры, в каждой из которых будет находиться 8 форм-делителей с изделиями

12.2. В тоннельной камере формы-делители по длине камеры расположены вплотную друг к другу, т.е каждая новая заталкиваемая в камеру форма-делитель проталкивает весь состав. Длина тоннельной камеры при этом определится по формуле

$$L_{\text{кам}} = n \times l_{\text{ф-д}} + 2 \times l_1, \text{ м}$$

где $l_{\text{ф-д}}$ - длина формы-делителя, м. Принимается в соответствии с техническими характеристиками формовочной установки. $l_{\text{ф-д}} = 8600$ мм (см. таблицу 2.1);

l_1 - расстояние от начала камеры до первой формы и от последней формы до конца камеры, м. $l_1 = 0,3 \dots 0,7$ м.

$$L_{\text{кам}} = 8 \times 8,6 + 2 \times 0,5 = 69,8 \text{ м}$$

12.3. Внутренняя ширина тоннеля камеры определяется по формуле

$$B_{\text{кам}} = n_1 \times b_{\text{ф-д}} + 2 \times b_2, \text{ м}$$

где n_1 - число форм-делителей по ширине камеры. $n_1 = 1$;

$b_{\text{ф-д}}$ - ширина формы делителя, м. Принимается из технических характеристик формовочной установки. В рассматриваемом примере ориен-

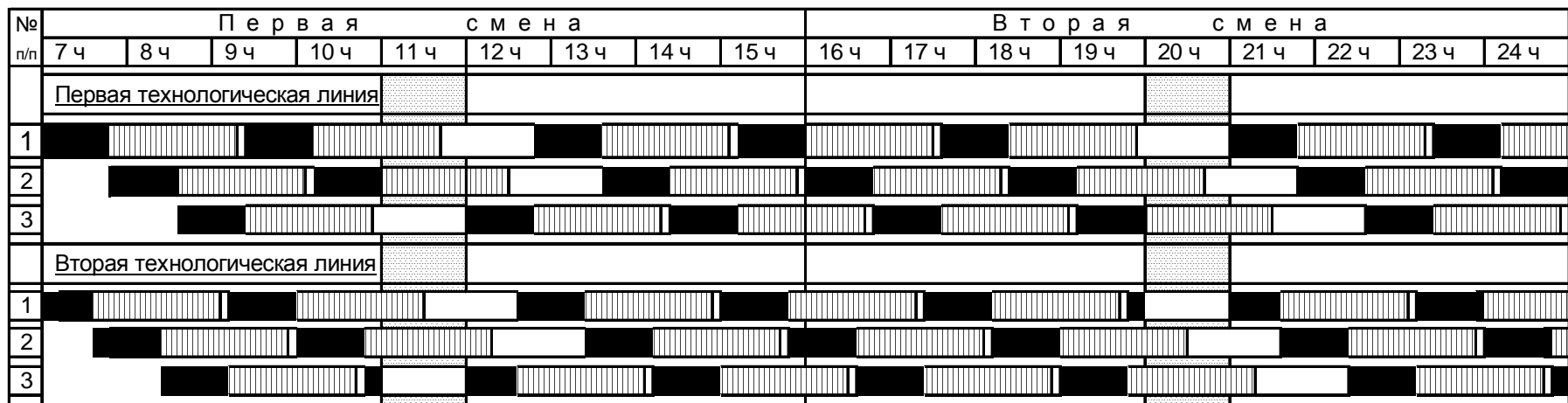


Рисунок 2.1 - Циклограмма работы формовочных установок кассетно-конвейерной линии "Стройиндустрии".

Условные обозначения:

- - распалубка, подготовка и бетонирование установки;
- ▤ - тепловая обработка;
- - простой формовочной установки.
- ▨ - обеденный перерыв.

тировочно принимается $b_{\text{ф-д}}=0,8$ м;

b_2 - зазор между формой-делителем и боковой стенкой камеры, м.
Ориентировочно принимается 0,2...0,3 м.

$$B_{\text{кам}} = 1 \times 0,8 + 2 \times 0,3 = 1,4 \text{ м}$$

12.4. Высота тоннеля камеры внутри определится по формуле

$$H_{\text{кам}} = h_{\text{ф-д}} + h_1 + h_2, \text{ м}$$

где $h_{\text{ф-д}}$ - высота формы-делителя, м. Принимается из технических характеристик формовочной установки. $h_{\text{ф-д}}=4,161$ м.

$h_1=0,2$ м - зазор между потолком и верхом формы-делителя;

$h_2=0,075...0,15$ м. Зазор между низом формы-делителя и полом камеры (высота рельса).

$$H_{\text{кам}} = 4,161 + 0,2 + 0,15 = 4,511 \text{ м}$$

12.5. Принимая во внимание толщину стенки и потолка камеры (ориентировочно $\delta_{\text{ст}}=0,4$ м. В реальном проектировании $\delta_{\text{ст}}$ должна быть рассчитана по известным методикам) определим размеры блока тоннельных камер

$$L_{\text{кам}}^{\text{б}} = 69,8 \text{ м};$$

$$B_{\text{кам}}^{\text{б}} = 3 \times 1,4 + 4 \times 0,4 = 5,8 \text{ м}$$

$$H_{\text{кам}}^{\text{б}} = 4,511 + 0,4 = 4,911 \text{ м}$$

13. Внутренний объем камеры:

$$V_{\text{кам}}^{\text{блок}} = n \times L_{\text{кам}} \times B_{\text{кам}} \times H_{\text{кам}} = 3 \times 69,8 \times 1,4 \times 4,511 = 1322,4 \text{ м}^3$$

14. Коэффициент загрузки камеры:

$$K_{\text{загр}} = \frac{n' \times 2 \times V_{\text{н}}^{\text{б}}}{V_{\text{кам}}^{\text{блок}}} = \frac{24 \times 2 \times 2,123}{1322,4} = 0,077$$

где n' - количество форм делителей во всём блоке тоннельных камер.

15. На конвейере подготовки принимаем 7 постов. Длина конвейера подготовки должна быть равна длине тоннельной камеры, т.е. $L_{\text{конв}} = L_{\text{кам}} = 69,8$ м. Зная количество постов на конвейере подготовки и

длину одной формы-делителя, можно определить зазоры между формами:

$$l_{\text{зазор}} = \frac{L_{\text{конв}} - n_{\text{пост}} \times l_{\text{ф-д}}}{n_{\text{пост}} + 1} = \frac{69,8 - 7 \times 8,6}{7 + 1} = 1,2 \text{ м}$$

16. Фактический коэффициент оборачиваемости формовочных установок определяется по циклограмме их работы (рисунок 2.1):

$$K_{\text{об}} = \frac{(2 \times 7 + 1 \times 6) + (1 \times 6,75 + 1 \times 7 + 1 \times 6,25)}{3 + 3} = 6,67$$

3. Пример расчёта стандовой технологической линии
производства санитарно-технических кабин

Задание на проектирование:

Рассчитать требуемое количество стандов для изготовления санитарно-технических кабин на заводе крупно-панельного домостроения мощностью 430 тыс. м² общей площади в год. Дом 9-ти этажный с площадью одной секции 2045 м². Таким образом завод должен в год произвести

$$N_{\text{секц}} = \frac{430000}{2045} = 210 \text{ секций}$$

Каждая секция содержит 36 квартир. Таким образом, всего в год необходимо изготовить $N_{\text{стк}} = 36 \cdot 210 = 7920$ кабин.

Из альбома типовых чертежей выпускаемого на заводе дома определяем средневзвешенный объём бетона санитарно-технической кабины:

$$V_{\text{н}}^{\text{ср.взв.}} = 1,7 \text{ м}^3 \text{ бетона.}$$

При этом годовая программа цеха в м³/бетона в год составит

$$П_{\text{год}} = N_{\text{стк}} \cdot V_{\text{н}}^{\text{ср.взв.}} = 7920 \cdot 1,7 = 12852 \text{ м}^3.$$

Режим работы стандовой линии принимается по ОНТП 07-85 [1]

- | | | |
|---|---|------|
| - номинальное количество рабочих суток в году | - | 260; |
| -расчётное количество рабочих суток в году | - | 253; |
| -количество рабочих смен в сутки | - | 2; |
| -продолжительность рабочей смены в часах | - | 8. |

Определим длительность оборота станда:

1. По заводским данным длительность распалубки - $\tau_{\text{расп}} = 15$ мин;
2. Длительность подготовки формы (чистка, смазка, армирование и сборка формы) - $\tau_{\text{подг}} = 30$ мин;
3. Длительность бетонирования - $\tau_{\text{бет}} = 15$ мин;

4. Продолжительность тепловой обработки в

соответствии с ОНТП 07-85

- $\tau_{т.о.} = 11$ часов.

Таким образом, продолжительность оборота каждого станда составит

$$\tau_{обор} = \tau_{расп} + \tau_{подг} + \tau_{бет} + \tau_{т.о.} = 0,17 + 0,5 + 0,33 + 11 = 12 \text{ часов или } 0,5 \text{ сут.}$$

По ОНТП 07-85 продолжительность оборота короткого станда не должна превышать одних суток, т.е условие выполняется. Коэффициент оборачиваемости в этом случае ориентировочно можно вычислить по формуле

$$K_{обор} = \frac{16}{\tau_{обор}} = \frac{16}{12} \approx 1,333$$

Определим необходимое количество стандов для выполнения годовой программы производства санитарно-технических кабин по формуле

$$N_{станд} = \frac{\Pi_{год} \cdot \varphi}{V_{н}^{ср.взв.} \cdot T_{ном} \cdot K_{обор}} = \frac{12852 \cdot 1,007}{1,7 \cdot 260 \cdot 1,333} = 21,97 \text{ стандов}$$

где $\Pi_{год}$ - годовая производительность цеха, м³/год;

φ - коэффициент, учитывающий безвозвратные потери. По ОНТП 07-85 $\varphi = 1,007$;

$V_{н}^{ср.взв.}$ - объём бетона в одной санитарно-технической кабине, м³;

$K_{обор}$ - коэффициент оборачиваемости каждого станда;

$T_{ном}$ - номинальное количество рабочих дней в году по ОНТП 07-85;

Принимаем 22 станда в цехе. Изготовление санитарно-технических кабин будем производить с последовательным сочетанием операций.

Построение циклограммы показывает, что в технологической линии, которую обслуживает одна однозвенная бригада, должно быть 11 стандов. Таким образом, при последовательном сочетании операций изготовления санитар-

но-технических кабин должно быть организовано две технологических линии, каждая из которых обслуживается однозвенной бригадой, которая выполняет все операции по изготовлению изделия последовательно на каждом стенде.

При организации работы с параллельно-последовательным сочетанием операций бригада разбивается на два звена - одно из которых занимается распалубкой и бетонированием, а другое подготовкой форм. В этом случае все 22 стенда обслуживаются 1 бригадой и представляют собой единую технологическую линию.

Пример планировки цеха с кассетной и стендовой технологиями (производство санитарно-технических кабин) приведён на рисунке 3.1.

Пример построения циклограмм с последовательным и параллельно-последовательным сочетанием выполняемых операций приведён на рис. 3.2 и 3.3.

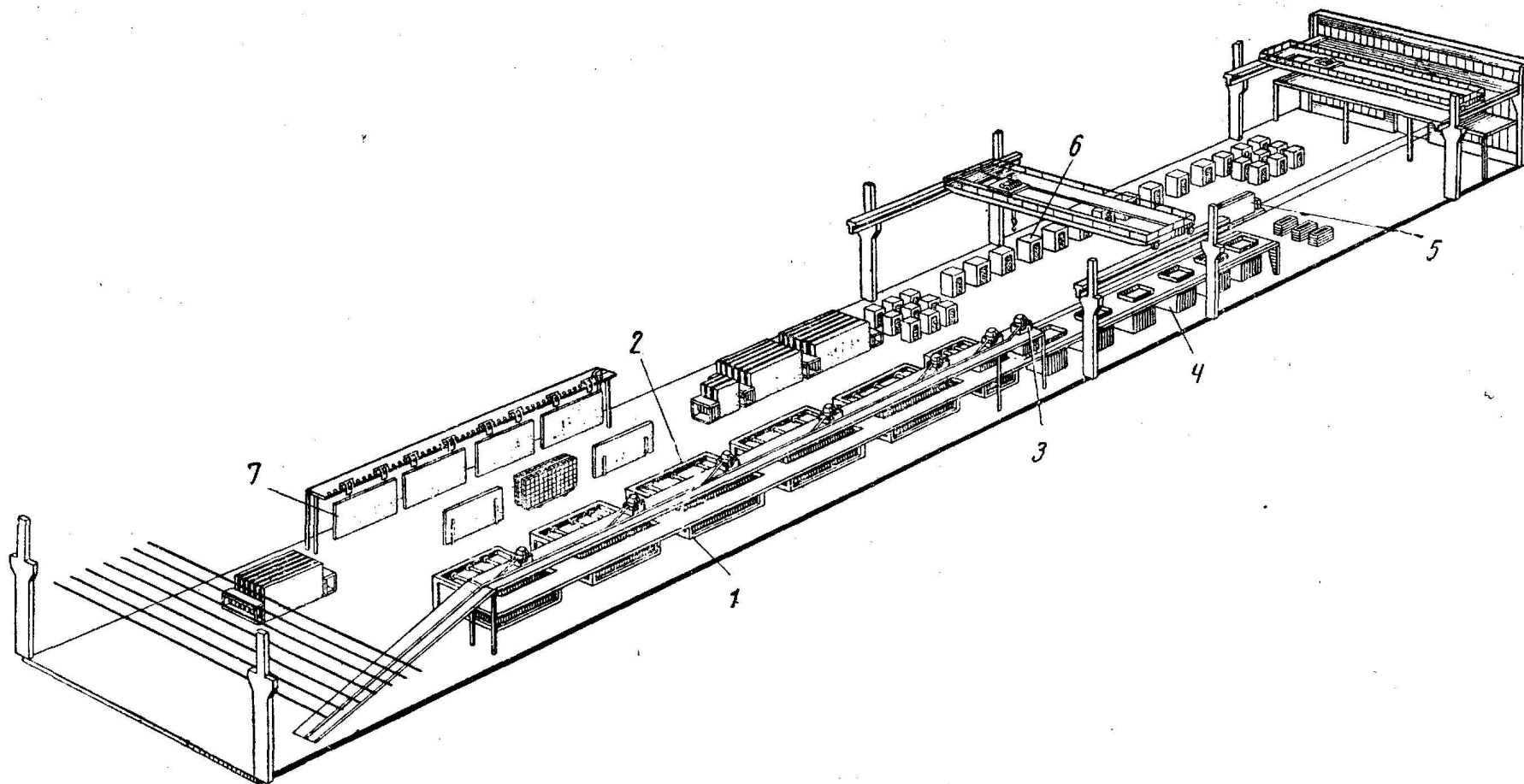
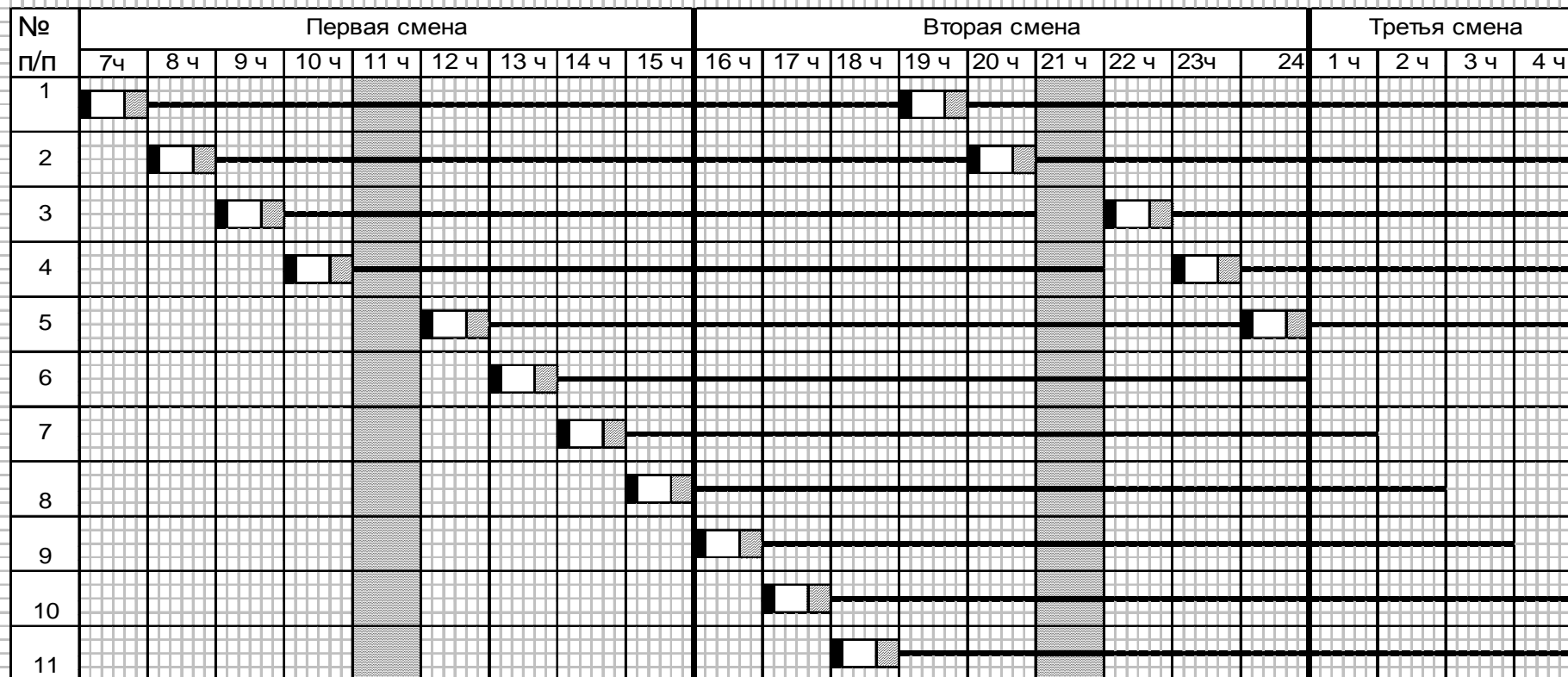


Рисунок 3.1. Кассетное производство панелей внутренних стен и перекрытий и санитарно-технических кабин.
1 - кассеты для формования изделий, 2 - машина для распалубки и сборки кассет, 3- бетоноукладчик, 4- наружная опалубка для формовки санитарно-технических кабин, 5- тележка для вывоза готовой продукции, 6- линия отделки и сборки санитарно-технических кабин, 7- комплекс оборудования заводской отделки панелей



Обозначения:

- - распалубка и извлечение изделия
- - подготовка (чистка, смазка, армирование и сборка) опалубки
- ▨ - бетонирование изделия
- - тепловая обработка изделий

Рисунок 3.2 Циклограмма работы стендов при последовательном сочетании операций

**4. Пример расчёта технологической линии изготовления
центрифугированных свай-оболочек**

Задание на проектирование:

Рассчитать технологическую линию по изготовлению центрифугированных свай-оболочек диаметром 1,2 м. Производительность линии по бетону 10000 м³/год. Объём одной свай-оболочки 1,73 м³. Внешний диаметр свай-оболочки 1,2 м, внутренний - 1,0 м.

Решение:

На основании литературных данных, а также опыта работы завода мостовых железобетонных конструкций (г. Н.Новгород) определяем продолжительность операций, на которых занята центрифуга:

1. Установка подготовленной формы на центрифугу 2 мин;
 2. Подача и распределение бетонной смеси в форму 15 мин;
 3. Уплотнение бетонной смеси на первой скорости 10 мин;
 4. Уплотнение бетонной смеси на второй скорости 15 мин;
 5. Торможение и остановка центрифуги 2 мин;
 6. Выдержка изделия на центрифуге 15 мин
 - Снятие формы с центрифуги **1 мин;**
- Итого 60 мин

Скорость вращения центрифуги на стадии распределения бетонной смеси определится из формулы

$$n_{распр} = 42 \times \sqrt{\frac{1}{r}} = 42 \times \sqrt{\frac{1}{0,5}} = 59,4 \text{ об / мин}$$

Принимаем скорость вращения центрифуги на стадии распределения бетонной смеси $n_{распр} = 65 \text{ об / мин}$

Первая скорость вращения центрифуги на стадии уплотнения бетонной смеси при уплотняющей силе $N=0,08$ МПа определится из формул

$$A = R^2 - \frac{r^3}{R} = 60^2 - \frac{50^3}{60} = 1517$$

$$n_{\text{упл}} = 100 \times \sqrt{\frac{265 \times 10 \times N}{0,0236 \times A}} = 100 \times \sqrt{\frac{265 \times 10 \times 0,08}{0,0236 \times 1517}} = 245 \quad \text{об / мин}$$

Вторая скорость вращения центрифуги на стадии уплотнения бетонной смеси при уплотняющей силе $N=0,12$ МПа определится из формулы

$$n_{\text{упл}} = 100 \times \sqrt{\frac{265 \times 10 \times N}{0,0236 \times A}} = 100 \times \sqrt{\frac{265 \times 10 \times 0,12}{0,0236 \times 1517}} \approx 300 \quad \text{об / мин}$$

Годовая производительность центрифуги определится по формуле

$$Q = \frac{60 \times T \times t \times V \times k_{\text{усп}}}{t_{\text{ц}}} = \frac{60 \times 16 \times 253 \times 1,73 \times 0,85}{60} = 5952 \quad \text{м}^3 / \text{год}$$

Таким образом, для выполнения годовой программы принимаем две роликовых центрифуги СМЖ-104А.

Примерное расположение оборудования цеха по производству центрифугированных труб приведено на рис. 4.1.

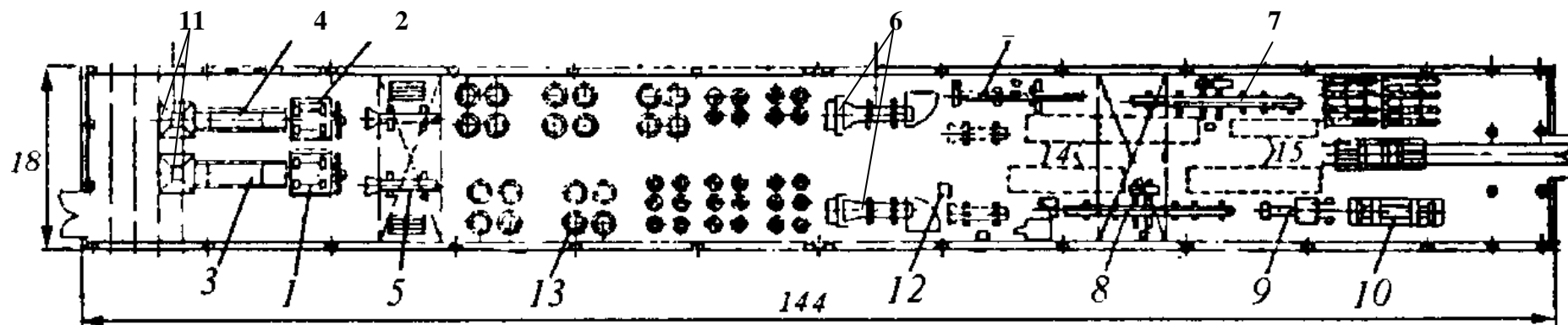


Рисунок 4.1. Схема расположения оборудования в унфицированном пролёте по производству центрифугированных труб

1 - центрифуга для труб диаметром 400-900 мм, 2 - центрифуга для труб 1000-1500 мм, 3 - ложковый питатель для труб 400-900 м, 4 - ложкозый питатель для труб 1000-1500 мм; 5 - стенд для снятия бандажей и кантования форм в вертикальное положение, 6 -пост распалубки, чистки, смазки форм; 7 - станок для изготовления раструбных каркасов труб 400-900 мм: 8 - станок для изготовления каркасов труб 1000-1500 мм; 9 - пресс для механических испытаний; 10- установка для гидравлических испытаний; 11- бункер раздаточный, 12 - пневмошлифоралка; 13 - пост тепловой обработки; 14 - площадки для хранения каркасов; 15 - площадки для хранения арматуры

**5. Пример расчёта стандовой технологической линии
производства предварительно-напряжённых
многопустотных плит перекрытий**

Задание на проектирование: Рассчитать требуемое количество формовочных дорожек в стенде "Тенсилэнд" для изготовления многопустотных предварительно напряжённых плит перекрытия 2ПБ 60.15. Длина рабочей зоны формовочной дорожки 72 м. Производительность цеха 23500 м³ изделий в год.

Решение: Из альбома типовых чертежей определяем технические характеристики многопустотной предварительно напряжённой плиты перекрытия 2ПБ 60.15:

- | | | |
|---------------------------|---|-----------------------|
| 1) объём изделия | - | 1,97 м ³ ; |
| 2) объём бетона в изделии | - | 1,12 м ³ . |

Режим работы стандовой линии принимается по ОНТП 07-85 [1]

- | | | |
|---|---|------|
| - номинальное количество рабочих суток в году | - | 260; |
| - расчётное количество рабочих суток в году | - | 253; |
| - количество рабочих смен в сутки | - | 2; |
| - продолжительность рабочей смены в часах | - | 8. |

Принимаем последовательное сочетание операций при изготовлении изделий на стенде.

Определим длительность оборота станда:

По заводским данным длительность цикла изготовления изделий на формовочной дорожке составляет 24 часа, т.е. $T_{ц} = T_1 + T_2 + T_3 + T_4 + T_5 + T_6 + T_7 + T_8$.

где T_1 - снятие укрывного тента с изделий. $T_1 = 10$ мин.;

T_2 - передача усилия натяжения на бетон. $T_2 = 10$ мин.;

T_3 - разрезка и съём готовых изделий. $T_3 = 70$ мин.;

T_4 - чистка и смазка формовочной дорожки. $T_4 = 20$ мин.;

T_5 - раскладка проволоки и её натяжение. $T_5 = 50$ мин.;

T_6 - формование. $T_6 = 70$ мин.;

T_7 - укрытие отформованных изделий теплоизолирующим тентом. $T_7 = 10$ мин.;

T_8 - продолжительность тепловой обработки. $T_8=20$ часов при температуре изотермической выдержки $60\text{ }^\circ\text{C}$.

По ОНТП 07-85 продолжительность оборота станда не должна превышать одних суток, т.е условие выполняется. Коэффициент оборачиваемости в этом случае ориентировочно можно вычислить по формуле

$$K_{\text{обор}} = \frac{24}{T_{\text{ц}}} = \frac{24}{24} = 1,0$$

На каждой формовочной дорожке изготавливается 12 многопустотных предварительно напряжённых плит перекрытия длиной 6 метров каждая. Таким образом на каждой формовочной дорожке за один цикл изготавливается $V_{\text{и}}=12 \times 1,97=23,64\text{ м}^3$ изделий.

Необходимое количество формовочных дорожек для выполнения годовой программы цеха по производству многопустотных предварительно напряжённых плит перекрытия 2ПБ 60.15 определится по формуле

$$N_{\text{форм.дор.}} = \frac{\Pi_{\text{год}} \cdot \varphi}{V_{\text{и}}^{\text{форм.дор.}} \cdot T_{\text{р}} \cdot K_{\text{обор}}} = \frac{23500 \cdot 1,007}{23,64 \cdot 253 \cdot 1,0} = 3,95 \text{ форм. дорожек}$$

где $\Pi_{\text{год}}$ - годовая производительность цеха, $\text{м}^3/\text{год}$;

φ - коэффициент, учитывающий безвозвратные потери. По ОНТП 07-85 $\varphi=1,007$;

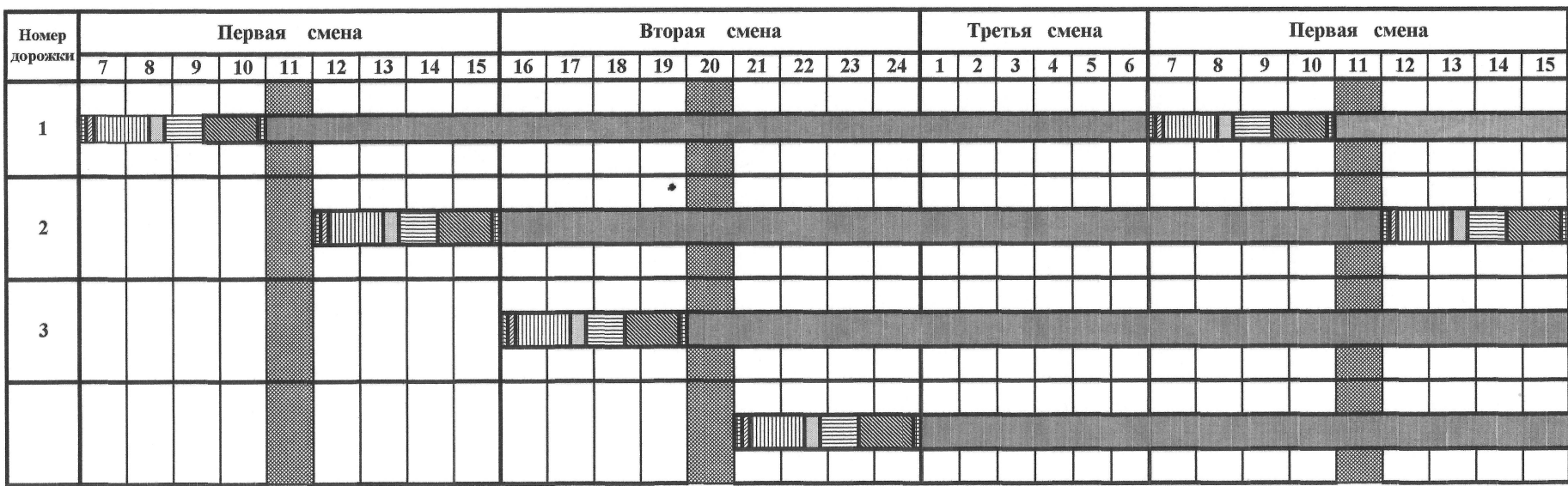
$V_{\text{и}}^{\text{форм.дор.}}$ - объём изделий, одновременно формируемых на одной формовочной дорожке, м^3 ;

$K_{\text{обор}}$ - коэффициент оборачиваемости;

$T_{\text{р}}$ - расчётное количество рабочих дней в году по ОНТП 07-85;

$$N_{\text{форм.дор.}} = \frac{23500 \cdot 1,007}{23,64 \cdot 253 \cdot 1,0} = 3,95 \text{ форм. дорожек}$$

Принимаем 4 формовочных дорожки. Циклограмма работы формовочных дорожек приведена на рис. 5.1.











-  - разрезка и съём изделий;
-  укрытие отформованных изделий защитным тентом;
-  - чистка и смазка дорожки;
-  Передача усилия натяжения арматуры на бетон;
-  - Раскладка арматурной проволоки и её натяжение;
-  обеденный перерыв;
-  укладка и уплотнение бетонной смеси;
-  тепловая обработка;

Рисунок 5.1. Циклограмма работы формовочных дорожек при стендовом способе изготовления многопустотных предварительно напряжённых плит перекрытий

6. Пример расчета складов заполнителей и цемента

Задание на проектирование:

Завод железобетонных изделий производит 65000 м³ свай СН 9-30 в год. Сваи изготавливаются по стандовой технологии из бетона класса В20 с применением портландцемента марки М400. Требуется рассчитать ёмкость и выбрать тип складов заполнителей и цемента.

Решение:

Ёмкость склада заполнителей складывается из объёма хранимых на складе крупного и мелкого заполнителя

$$V_{\text{склад заполнит}} = V_{\text{норм}}^{\text{песок}} + V_{\text{норм}}^{\text{кр.зап.}}, \text{ м}^3$$

Нормативный запас песка ($V_{\text{норм}}^{\text{песок}}$) и крупного заполнителя ($V_{\text{норм}}^{\text{кр.зап.}}$), который должен храниться на складе для бесперебойной работы завода, определяется с учётом нормативных расходов заполнителей на 1 м³ бетона (табл. 3 ОНТП-07-85) и количества суток запаса материала на складе (табл. 8 ОНТП-07-85). Расходы заполнителей и цемента по ОНТП-07-85 приведены в таблице 1.

Таблица 1. Нормативные расходы заполнителей на 1 м³ бетона

Наименование материала	Единицы измерения	Расход материалов на 1 м ³ по ОНТП-07-85
Песок (табл. 3 ОНТП-07-85)	м ³	0,45
Щебень (табл. 3 ОНТП-07-85)	м ³	0,9
Цемент (табл. 2 ОНТП-07-85)	кг	320

Нормативные запасы крупного и мелкого заполнителей определяются по формуле

$$V_{\text{норм}}^{\text{песок}} (V_{\text{норм}}^{\text{кр.зап.}}) = \frac{P_{\text{год}} \times K_1 \times P(\text{Щ}) \times n_{\text{зан}} \times K_2 \times K_3}{T_p}, \text{ м}^3$$

где: $\Pi_{год}$ - годовая производительность предприятия в m^3 ;

κ_1 - коэффициент, учитывающий потери бетонной смеси и безвозвратный брак, возникающий при изготовлении изделий. В соответствии с табл. 13 ОНТП-07-85 можно принять $\kappa_1=1,022$;

$\Pi(\text{Щ})$ - нормативный расход песка или крупного заполнителя по табл. 3 ОНТП-07-85;

$n_{зан}$ - норма запаса заполнителей на складе, сут. Принимается по табл. 8 ОНТП-07-85. При доставке заполнителей железнодорожным транспортом $n_{зан}$ - 10 суток;

κ_2 - коэффициент разрыхления. Принимается равным $\kappa_2=1,2$;

κ_3 - коэффициент, учитывающий потери при транспортировании, принимается равным 1,02;

T_p - расчётное количество рабочих дней в году. Принимается по пункту 1.4 на стр. 4 ОНТП-07-85. $T_p=253$ дней.

$$V_{\text{песок}}^{\text{норм}} = \frac{65000 \times 1,022 \times 0,45 \times 10 \times 1,2 \times 1,02}{253} = 1446 \quad m^3$$

$$V_{\text{кр.зан.}}^{\text{норм}} = \frac{65000 \times 1,022 \times 0,9 \times 10 \times 1,2 \times 1,02}{253} = 2893 \quad m^3$$

Таким образом, объём заполнителей, хранимых на складе составит

$$V_{\text{склад заполнит}} = 1446 + 2893 = 4339 \quad m^3$$

Принимаем штабельно-полубункерный склад закрытого типа. Шифр склада 708-18-85. Технические характеристики склада приведены в таблице 2.

Таблица 2. Технические характеристики закрытого штабельно-полубункерного склада [3]

Наименование показателя	Численное значение
Шифр склада	708-18-85
Вместимость, м ³	6000
Годовой грузооборот, тыс.т.	175
Потребность в ресурсах:	
вода, м ³ /час	18,06
тепло, КДж/час	4887849
пар, кг/ч	2330
сжатый воздух, м ³ /ч	54
электроэнергия, КВт/ч	446
Число рабочих	8
Площадь застройки, м ²	2113

Склад оборудован бурорыхлительной машиной для разгрузки смёрзшихся заполнителей БРМ-80/110, технические характеристики которой приведены в таблице 3.

Таблица 3. Технические характеристики бурорыхлительной установки [3]

Наименование показателя	Численное значение
Принцип рыхления	бурорыхление
Производительность, т/ч	180 - 240
Мощность электродвигателей, КВт	110
Масса, т	9,35

Нормативный запас цемента ($V_{\text{норм}}^{\text{цемент}}$), который должен храниться на складе для бесперебойной работы завода, определяется с учётом нормативного расхода цемента на 1 м³ бетона (табл. 2 ОНТП-07-85) и количества суток запаса материала на складе (табл. 8 ОНТП-07-85). Расходы цемента по ОНТП-07-85 приведены в таблице 1.

Нормативный запас цемента определяется по формуле

$$V_{\text{норм}}^{\text{цемент}} = \frac{\Pi_{\text{год}} \times \kappa_1 \times \text{Ц} \times n_{\text{зан}}}{T_p \times \kappa_2}, \text{ Т}$$

где: $\Pi_{\text{год}}$ - годовая производительность предприятия в м³;

κ_1 - коэффициент, учитывающий потери бетонной смеси и безвозвратный брак, возникающий при изготовлении изделий. В соответствии с табл. 13 ОНТП-07-85 можно принять $\kappa_1=1,022$;

Ц - нормативный расход цемента по табл. 2 ОНТП-07-85;

$n_{\text{зан}}$ - норма запаса цемента на складе, сут. Принимается по табл. 8 ОНТП-07-85. При доставке заполнителей железнодорожным транспортом $n_{\text{зан}}$ - 7 суток;

κ_2 - коэффициент заполнения ёмкостей склада. Принимается равным $\kappa_2=0,9$;

T_p - расчётное количество рабочих дней в году. Принимается по пункту 1.4 на стр. 4 ОНТП-07-85. $T_p=253$ дней.

$$V_{\text{норм}}^{\text{цемент}} = \frac{\Pi_{\text{год}} \times \kappa_1 \times \text{Ц} \times n_{\text{зан}}}{T_p \times \kappa_2} = \frac{65000 \times 1,022 \times 0,32 \times 7}{253 \times 0,9} = 653 \text{ Т}$$

Принимаем склад цемента ёмкостью 720 т. Технические характеристики прирельсового силосного склада цемента приведены в таблице 4.

Таблица 4. Технические характеристики силосного прирельсового склада цемента [3]

Наименование показателя	Численное значение
Вместимость, т	720
Силосы:	
вместимость, т	120
количество, шт	6
Годовой грузооборот, тыс. т/год	34,5
Производительность при выдаче цемента пневматическим насосом, т/ч:	20
Установленная мощность электродвигателей, кВт	53
Расход сжатого воздуха при выдаче цемента пневмовинтовым насосом, м ³ /мин	10,5

Список

использованных источников

1. Общесоюзные нормы технологического проектирования предприятий сборного железобетона ОНТП 07-85. -М.:Стройиздат, 1985.-51с.
2. Родин И.И., Иванов В.Ф., Долгачева Т.И. Основы проектирования заводов железобетонных изделий. -М.: "Высшая школа", 1966.-312с.
3. Производство сборных железобетонных изделий. Справочник. Издание 2-е. /Г.И.Бердичевский, А.П.Васильев, Л.А.Малинина и др. Под ред. К.В.Михайлова и К.М.Королева. -М.:Стройиздат,1989.-447с.
4. Коннов Н.М. Кассетные установки и кассетно-конвейерные линии. Учебное пособие. –Н.Новгород, 2000.-95с.
5. Коннов Н.М. Кассетные установки. Методические указания к выполнению курсового проекта по дисциплине "Теплотехническое оборудование" для студентов специальности 2906 – "Производство строительных материалов, изделий и конструкций". –Н.Новгород, 1999 г.
6. Нормы времени по производству железобетонных изделий и конструкций на заводах сборного железобетона. Вып. 1. Работы, выполняемые на агрегатно-поточных и конвейерных линиях. Центральное бюро нормативов по труду при НИИтруда Государственного комитета СССР по труду и специальным вопросам. -М.:1985.,-31с.
7. Бойко В.Е., Шастун В.Н., Муха Ю.М., Цыро В.В. Совершенствование компоновочных схем кассетно-конвейерных линий//Бетон и железобетон.-1990.-№11.-С17-19.
8. Цыро В.В., Сохряков В.И., Барехов А.И., Соколов В.А., Шастун В.Н. Применение кассетно-конвейерных линий при реконструкции производств КПД//Бетон и железобетон.-1990.-№9.С8-10.

9. Цыро В.В., Барехов А.И., Соколов В.А., Шастун В.Н., Сохряков В.И. Применение кассетно-конвейерных линий при реконструкции заводов КЖД/Бетон и железобетон.-1991.-№4.-С4-6.

10. Никулин А.Д., Шмицько Е.И., Зуев Б.М. Проектирование предприятий строительных материалов, изделий и конструкций. Учебное пособие. –Санкт-Петербург, 2006.-352 с.

СОДЕРЖАНИЕ

1.	Пример расчета кассетной технологической линии	3
2.	Пример расчета кассетно-конвейерной технологической линии СКТБ "Стройиндустрии"	15
3.	Пример расчёта стандовой технологической линии производства санитарно-технических кабин	27
4.	Пример расчёта технологической линии изготовления центрифугированных свай-оболочек	33
5.	Пример расчёта стандовой технологической линии производства предварительно-напряжённых многопустотных плит перекрытий	36
6.	Пример расчета складов заполнителей и цемента	39
	Список использованных источников	44
	Содержание	46

Коннов Николай Михайлович

**ПРИМЕРЫ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РАСЧЕТОВ
В КУРСОВОМ И ДИПЛОМНОМ
ПРОЕКТИРОВАНИИ**

Часть 2.

Кассетная, кассетно-конвейерная, стендовая технологии, склады сырья

**Методические указания
для студентов направления 08.03.01 – Строительство
с профилем обучения “Производство и применение
строительных материалов, изделий и конструкций”**

ЛР №20823 от 21.09.93

Подписано к печати

Бумага газетная. Формат 60x90 1/16. Офсетная печать.

Уч. изд. л. Усл. печ. л.

Тираж экз. Заказ №

Нижегородский государственный архитектурно-строительный
университет, 603600, Н.Новгород, Ильинская, 65

Полиграфический центр ННГАСУ, 603600, Н.Новгород,
Ильинская, 65