

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Донской государственный технический университет»
(ДГТУ)

Утверждено
на заседании кафедры
технологии вяжущих веществ,
бетонов и строительной керамики
«26» апреля 2016 г.

Расчет длительности элементных циклов на постах
агрегатно-поточной линии

Методические указания
к практическим занятиям по дисциплине
«Проектирование предприятий строительных изделий и конструкций»
для обучающихся по направлению 08.03.01 «Строительство»
профиля «Производство строительных материалов, изделий
и конструкций»

Ростов-на-Дону
2016

УДК 666.97 + 666.982

Расчет длительности элементных циклов на постах агрегатно-поточной линии. Методические указания для практических занятий по дисциплине «Проектирование предприятий строительных изделий и конструкций» для обучающихся по направлению 08.03.01 «Строительство» профиля «Производство строительных материалов, изделий и конструкций». – Ростов-н/Д: Донс. гос. техн. ун-т, 2016. – 16 с.

Регламентируют порядок и правила технологического проектирования процесса производства железобетонных изделий и конструкций, выполняемого обучающимися очной и заочной формы обучения по направлению подготовки 08.03.01 "Строительство" профиля «Производство строительных материалов, изделий и конструкций».

Приводится пример расчета длительности элементных процессов, операционного графика и циклограммы работы комплекса по агрегатно-поточной технологии.

Составитель: канд. техн. наук Л. И. Касторных

Редактор

Темплан 2016 г., поз.

Подписано в печать 2016

Формат 60x84/16. Бумага писчая. Ризограф.

Уч.-изд. л. Тираж экз. Заказ

Редакционно-издательский центр

Донского государственного технического университета

344022, Ростов-на-Дону, ул. Социалистическая, 162

© Донской государственный
технический университет, 2016

Введение

Основными расчетными величинами технологического процесса являются длительности операций и элементных циклов. Продолжительность выполнения операций определяет качество технологической обработки. По длительности элементных циклов устанавливают производственную мощность технологической линии, подбирают оборудование, назначают число исполнителей процесса.

Важным этапом в изучении и освоении принципов проектирования предприятий по производству сборных бетонных и железобетонных изделий и конструкций является организация технологического процесса. При технологическом проектировании необходимо в полной мере использовать современное оборудование, организационные решения, обеспечивающие строгое выполнение режимов обработки, высокие технико-экономические показатели производственной деятельности, т.е. максимальную экономию трудовых, материальных и энергетических ресурсов.

Цель настоящих методических указаний – освоение методов расчета производственного процесса на агрегатно-поточных технологических линиях по выпуску железобетонных изделий и конструкций.

1 Продукция технологического комплекса

В качестве базового изделия принимаются плиты железобетонные ребристые предварительно напряженные по ГОСТ 22701.0-77 [1].

Плиты применяются для отапливаемых и неотапливаемых производственных зданий в качестве элементов покрытия.

Марка плиты ПГ 6.3-6A_TVIТ-Н,

где ПГ – плита без проема в полке для глухих участков покрытия;

6.3 – размеры плиты (длина, ширина), м;

6 – шестая несущая способность;

A_TVI – класс напрягаемой арматурной стали;

Т – из тяжелого бетона;

Н – предназначена для работы при слабоагрессивной степени воздействия газовой среды.

Чертеж изделия представлен на рисунке 1.

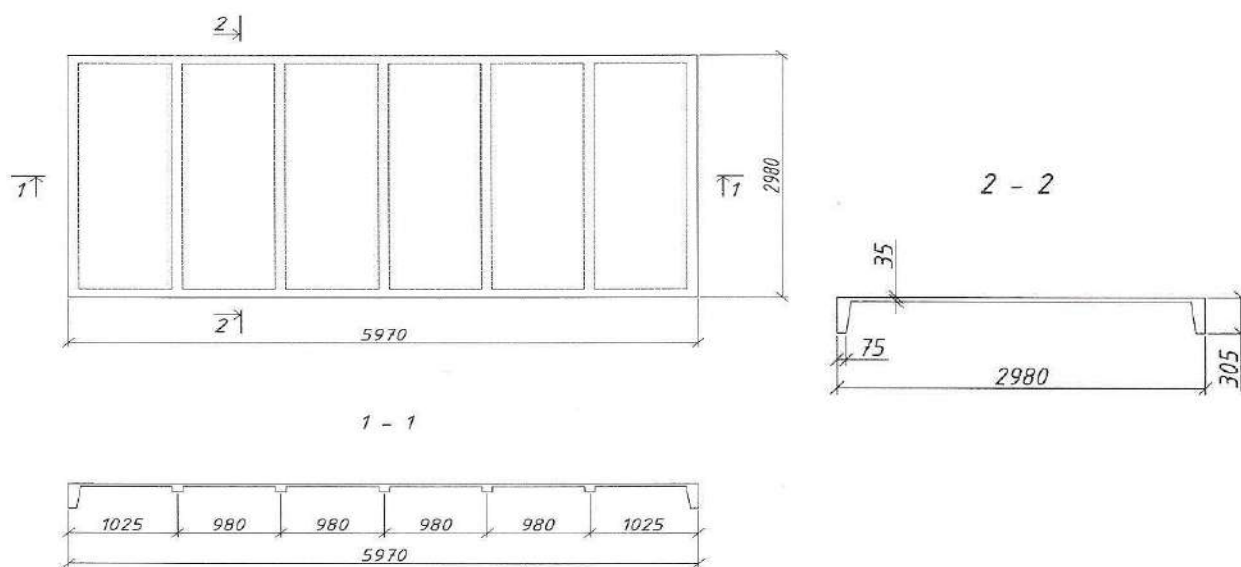


Рисунок 1 – Плита покрытия ребристая ПГ 6.3-6A_TVIТ-Н

Характеристика изделия представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Техническая характеристика изделия

Показатель	Величина
Класс по прочности на сжатие	B30
Расход бетона, м ³	1,16
Расход стали, кг	123
Масса плиты, т	2,9
Диаметр и класс напрягаемой арматуры	20A _T 1000
Величина напряжения в арматуре, МПа	784,5
Передаточная прочность, МПа	27,5

2 Функциональная технологическая схема

На первом этапе технологического проектирования разрабатывается функциональная технологическая схема производства, предусматривающая характер организации будущего производства, вид технологического оборудования, перечень технологических операций.

Предусматривается уплотнение бетонных смесей на виброплощадке.

Марка бетонной смеси БСТ В30 П1.

Способ ускоренного твердения – пропаривание в камерах ямного типа по режиму: $\tau = 14 ((2)+3+6+3)$ ч.

Способ напряжения арматурной стали – электротермический.

Функциональная технологическая схема представлена на рисунке 2.

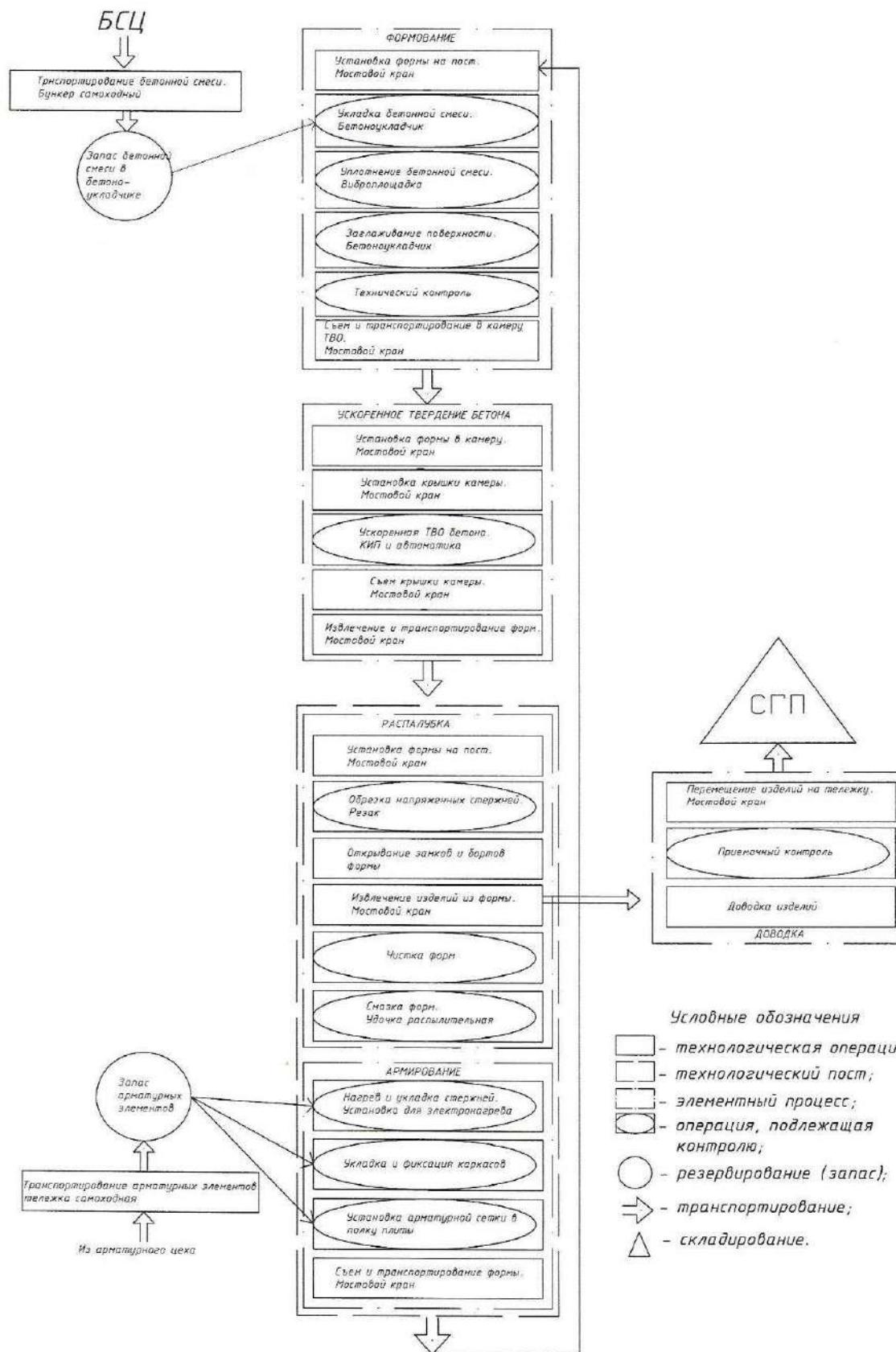


Рисунок 2 – Функциональная технологическая схема производства плит покрытий

Функциональная технологическая схема служит основанием для выбора оборудования, выявления состава операций, переходов и постов технологической линии.

На следующем этапе проектирования осуществляется выбор технологического оборудования (по каталогам и справочникам) [2, 3, 5].

Кран мостовой К16_т-25-16,5:

- грузоподъемность – 16 т;
- масса – 17,6 т;
- мощность – 39,1 кВт.

Бетоноукладчик СМЖ-162Б:

- ширина колеи – 4500 мм;
- число бункеров – 3;
- вместимость бункеров, м³ - 2,5+1,25+1,25;
- скорость передвижения, м/мин – 1,8 - 1,16;
- мощность – 27,36 кВт;
- устройство для заглаживания поверхности – реечное;
- габариты, м – 5,6×6,3×3,1;
- масса – 12,6 т.

Виброплощадка СМЖ-200Г:

- грузоподъемность – 15 т;
- масса – 6,6 т;
- мощность – 92 кВт;
- габариты, м – 10,3×3×0,7.

Установка для электронагрева стержней СМЖ-129В:

- масса – 0,87 т;
- мощность – 40 кВА;
- длина нагреваемых стержней – 6200 мм;
- число одновременно нагреваемых стержней – 2.

Тележка самоходная СМЖ-151Б:

- грузоподъемность – 20 т;
- скорость передвижения – 40 м/мин;
- ширина колеи – 1524 мм;
- масса – 3,45 т;
- мощность – 6,5 кВт.

После выбора оборудования выполняется его компоновка на плане (рисунок 3).

3 Расчет длительности элементного цикла

Длительность механизированной операции определяется двумя видами затрат машинного времени – техническим и режимным.

Длительность механизированной операции рассчитывают по формуле:

$$t_{o.m.} = \frac{l \cdot \alpha}{V \cdot \beta} + t_p, \quad (1)$$

где $t_{o.m.}$ – длительность механизированной операции, мин;

l – расчетная длина (расстояние) рабочего или транспортного хода машины, м;

V – расчетная скорость рабочего или холостого хода машины, м/мин;

α – расчетное число проходов машины;

t_p – режимное машинное время, не совмещенное с техническим, мин;

β – коэффициент использования скорости передвижения механизма (при расчете крановых операций принимается по нормам технологического проектирования [4]).

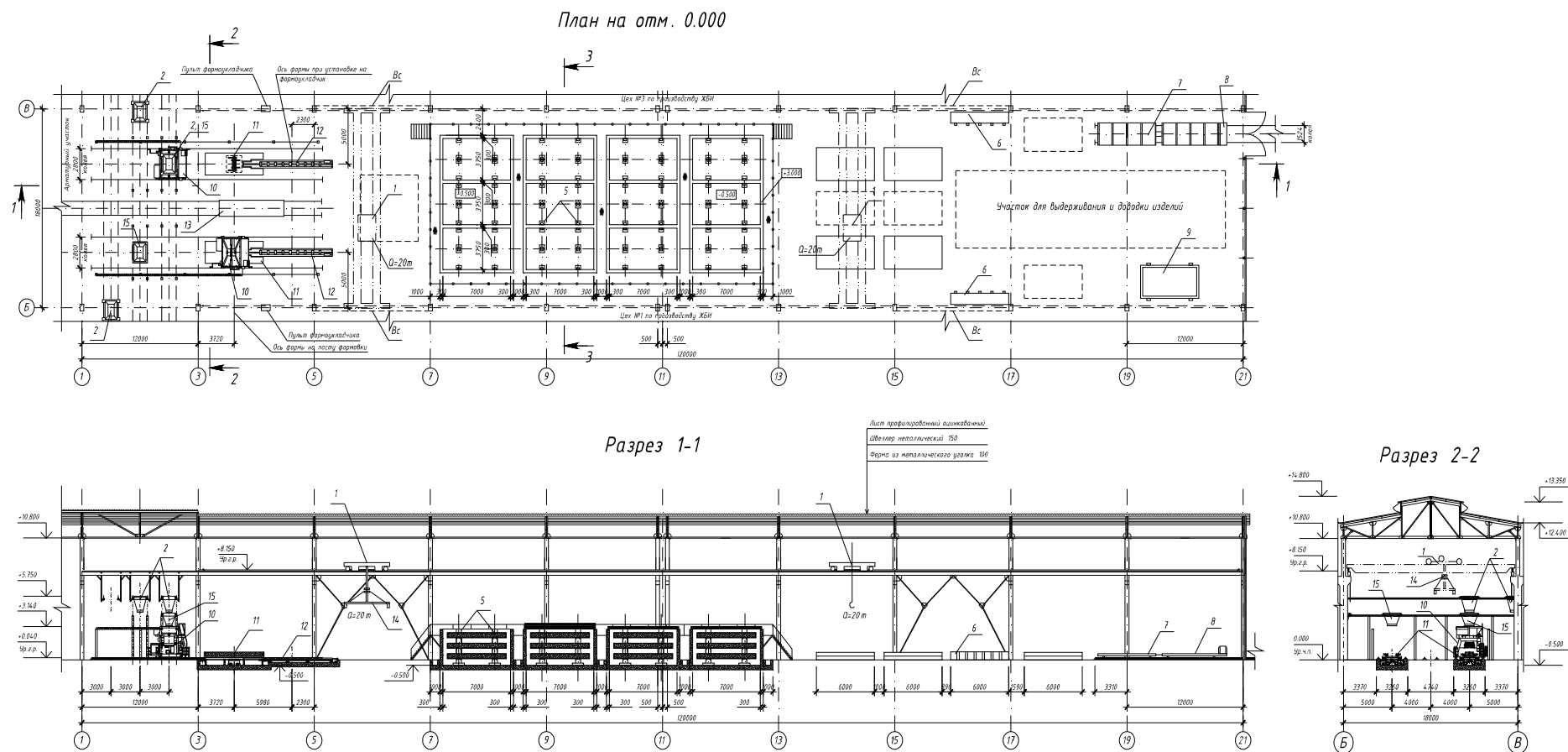


Рисунок 3 – Компоновочная схема агрегатно-поточной линии по производству плит

Длительность ручных операций определяется по формуле:

$$t_{p.o.} = p \cdot t_o \cdot \frac{N_o}{N} \cdot \alpha, \quad (2)$$

где $t_{p.o.}$ – длительность ручной операции, мин;

p – объем работ по операции в натуральных единицах;

t_o – норма времени на единицу объема работ, мин;

N_o – число исполнителей, для которого установлена норма времени;

N – принятое число исполнителей;

α – коэффициент, учитывающий уменьшение длительности операций за счет сокращения нормы времени – при $N > N_o$, $\alpha = 0,9 \dots 0,95$, и увеличение продолжительности – при $N < N_o$, $\alpha = 1,05 \dots 1,1$.

Расчет операций рекомендуется выполнять в табличной форме (таблица 2).

Таблица 2 – Расчет операций цикла формования

Операции	Расчетные параметры							Расчетная формула	Длительн. операции, мин
	l	V	t_p	t_o	p	N_o/N	α, β		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1 Установка формы на пост:									
- перемещение крана к виброплощадке	100 м	80 м/мин					1	$t_{1,1}=100/80$	1,25
- опускание крюка крана с формой	5 м	40 м/мин					1	$t_{1,2}=5/40$	0,125
- расстроповка				0,25 мин	4	2/2	1	$t_{1,3}=4 \cdot 0,25 \cdot 1 \cdot 1$	1,0
- подъем крюка	5 м	40 м/мин					1	$t_{1,4}=5/40$	0,125
Итого:									2,5
2 Загрузка бетоноукладчика смесью			1,0					$t_{2,1}=1,0$	1,0
- перемещение бетоноукладчика к виброплощадке	10 м	6 м/мин					1	$t_{2,2}=10/6$	1,7

Продолжение таблицы 2

Операции	Расчетные параметры							Расчетная формула	Длительн. операции, мин
	l	V	t_p	t_o	p	N_o/N	α, β		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
3 Укладка смеси:									
- в ребра плиты	6 м	2 м/мин					1	$t_{3,1}=6/2$	3,0
- в ковер плиты	6 м	2 м/мин					1	$t_{3,2}=6/2$	3,0
4 Уплотнение бетонной смеси									
- 1-го слоя			1,5					$t_{4,1}=1,5$	1,5
- 2-го слоя			1,5					$t_{4,2}=1,5$	1,5
5 Заглаживание поверхности бетона	6 м	2 м/мин					1	$t_5=6/2$	3,0
6 Перемещение бетоноукладчика к посту загрузки	16 м	10 м/мин					1	$t_6=16/10$	1,6
7 Очистка формы от бетона			1,0					$t_7=1,0$	1,0
8 Съем и транспортирование формы в камеру ТО:									
- опускание крюка крана	5 м	40 м/мин					1	$t_{8,1}=5/40$	0,125
- строповка формы				0,25 мин	4	2/2	1	$t_{8,2}=4 \cdot 0,25 \cdot 1 \cdot 1$	1,0
- подъем крюка	5 м	40 м/мин					1	$t_{8,3}=5/40$	0,125
9 Перемещение крана к камере ТО	74 м	80 м/мин					1	$t_9=74/80$	~ 1,0
Итого									~ 18,0

Ориентировочно длительность одного цикла формования – 18 мин.

Полученные в результате расчетов длительности операций служат основой для составления операционного графика (рисунок 4).

Элемен. процесс	Операции	Оборудование, инструменты	Состав звена рабочих			Трудо- емк., чел.мин	Длит., мин	Текущее время, мин													
			Профессия	Разр.	Кол																
ФОРМОВАНИЕ	Установка формы на пост	Мостовой кран	Крановщик	5	1	5,0	2,5														
			Формовщик	4	1																
	Загрузка бетоноукладчика смесью	Самоходный бункер	Оператор	4	1	1,0	1,0														
	Перемещение бетоноукладчика к виброплощадке	Бетоноукладчик	Оператор	4	1	1,7	1,7														
	Укладка бетонной смеси	Бетоноукладчик	Оператор	4	1	6,0	3+3														
	Уплотнение бетонной смеси	Виброплощадка	Формовщик	4	1	3,0	1,5+1,5														
	Заглаживание поверхности	Бетоноукладчик	Оператор	4	1	3,0	3,0														
	Перемещение бетоноукладчика к посту загрузки	Бетоноукладчик	Оператор	4	1	1,6	1,6														
	Очистка формы от бетонной смеси		Формовщик	4	1	1,0	1,0														
	Технический контроль		Инж. ОТК				2,0														
УСКОР. ТВЕРДЕН.	Съем и транспортирование формы в камеру ТО	Мостовой кран	Крановщик	5	1	2,25	2,25														
	Загрузка форм в камеру	Мостовой кран	Крановщик																		
	Установка крышки на камеру	Мостовой кран	Крановщик																		
	Ускоренное твердение бетона	Система КИПиА	Термист																		
	Съем крышки с камеры	Мостовой кран	Крановщик																		
	Извлечение форм из камеры	Мостовой кран	Крановщик																		
РАСПАЛУБКА	Установка формы на пост	Мостовой кран	Крановщик	5	1	2,0	1,0														
			Формовщик	4	1																
	Обрезка преднапряженных стержней	Резак	Резчик	4	1	3,0	3,0														
	Съем и транспортирование плиты	Мостовой кран	Крановщик	5	1	4,0	2,0														
			Строповщик	5	1																
	Чистка формы	Пневмоскребок	Формовщик	3	1	5,0	5,0														
АРМИ- РОВА- НИЕ	Смазка формы	Удочка распылител.	Формовщик	4	1	3,0	3,0														
	Нагрев и укладка стержней	Устан. для электронагр.	Арматурщик	4	2	12,0	6,0														
	Укладка и фиксация каркасов		Арматурщик	4	2	12,0	6,0														
	Установка сетки в полку плиты		Арматурщик	4	2	8,0	4,0														
	Съем и перемещение формы	Мостовой кран	Крановщик	5	1	2,0	2,0														
Длительность элементных циклов		Формование				19,25															
		Распалубка				14,0															
		Армирование				18,0															
Занятость рабочих в течение цикла, мин/ч		Крановщик (5 разряд) – 2 человека				5/0,25															
		Формовщик (4 разряд) – 1 человек				5,5/0,275															
		Оператор (4 разряд) – 1 человек				12,3/0,615															
		Резчик (4 разряд) – 1 человек				2/0,1															
		Строповщик (5 разряд) – 1 человек				2/0,1															
		Арматурщик (4 разряд) – 2 человека				6/0,3															

Рисунок 4 – Операционный график производства ребристых плит

В результате построения операционного графика установлено, что самым загруженным постом является пост формования. Длительность цикла определяется по этому посту – 20 мин.

Операционный график является основанием для определения состава производственных рабочих (таблица 3).

Таблица 3 – Состав производственной бригады

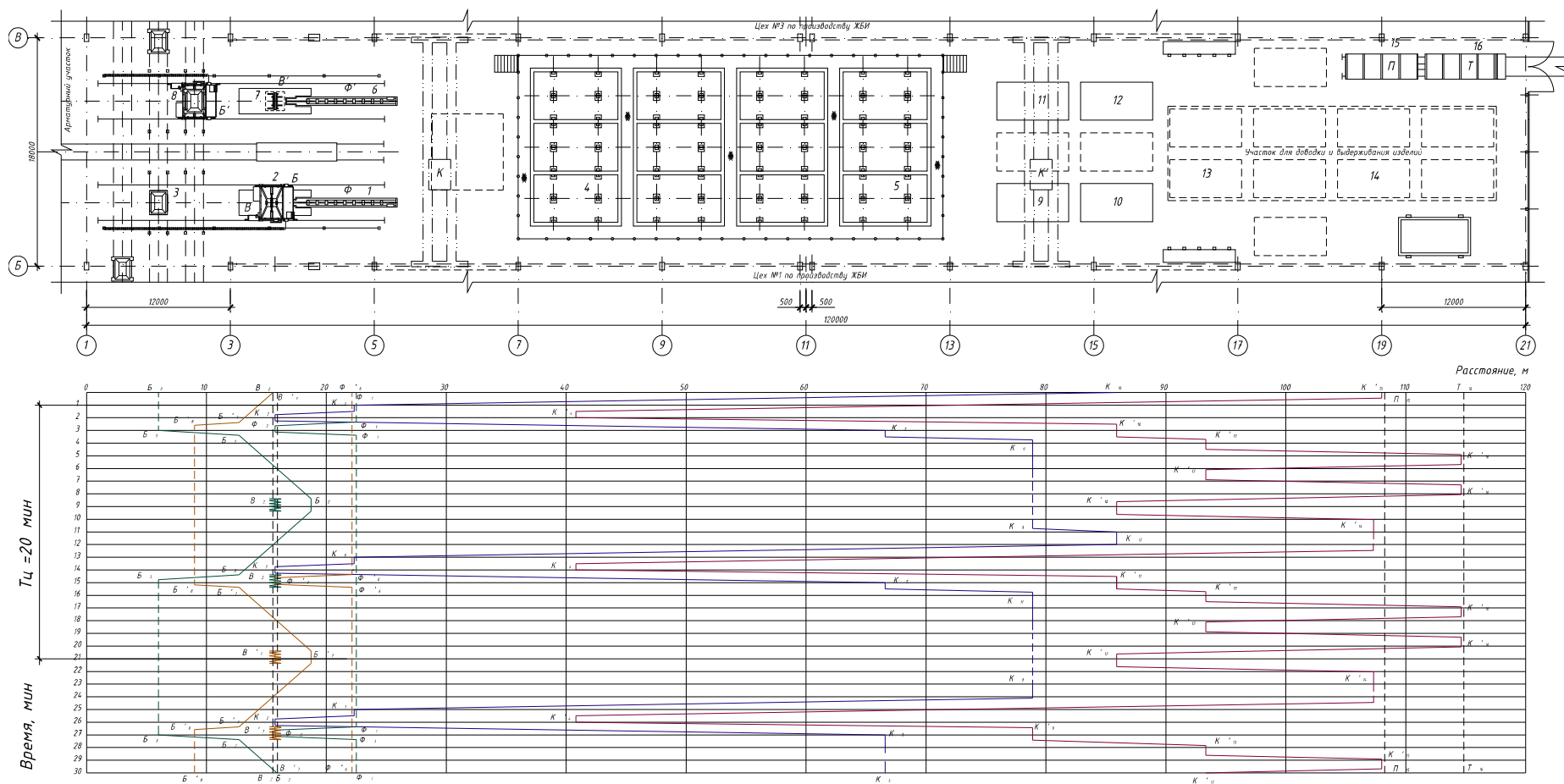
Профессия	Квалификационный разряд	Количество по сменам			Итого
		1	2	3	
Крановщик	5	2	2	-	4
Строповщик	5	1	1	-	2
Формовщик	3	2	2	-	4
	4	4	4	-	8
Арматурщик	4	6	6	-	12
Резчик	4	1	1	-	2
Оператор	4	2	2	-	4
Термист	4	1	1	1	3
Рабочий по исправлению дефектов	3	1	1	-	2
Всего		20	20	1	41

4 Расчет производительности и трудоемкости процесса изготовления изделий

Ритмичность работы технологической линии определяется после построения графоаналитической модели производственного процесса (рисунок 5).

Синхронизация работы оборудования и производственных рабочих на постах линии, выполненная в ходе разработки циклограммы, позволила установить ритм агрегатно-поточной линии – 20 мин.

План на отм. 0.000



Условные обозначения

Ф, Ф' - формукладчик;

Б, Б' - бетонокладчик;

К, К' - кран мостовой;

Т - тележка самоходная;

В, В' - виброплощадка;

П - тележка-прицеп

1, 6 - пост установки формы на формукладчик;

2, 7 - пост формования;

3, 8 - пост загрузки бетонокладчика;

4, 5 - посты тепловой обработки;

9-12 - посты распалубки и подготовки форм;

13, 14 - посты доводки и выдерживания изделий;

15, 16 - посты отгрузки продукции

Рисунок 5 – Циклограмма работы технологического оборудования

На заводах сборного железобетона расчеты годовой производительности одного формовочного поста агрегатно-поточной линии выполняются по формуле:

$$P = \frac{60h \cdot B_p \cdot V}{T_{\text{ц}}}, \quad (3)$$

где P – годовая производительность линии, натуральные единицы (м^3 , м^2 , шт. и т.д.);

h – количество рабочих часов в сутки (устанавливается согласно [4, 5] в зависимости от числа рабочих смен n (2 или 3) при 8-часовой продолжительности рабочей смены);

B_p – расчетное число рабочих суток в году (для агрегатно-поточной линии 253 сут.);

V – объем одновременно формируемых изделий в выбранных натуральных единицах (м^3 , м^2 , шт. и т.д.);

$T_{\text{ц}}$ – продолжительность цикла формования, мин.

Для двух формовочных постов годовая производительность составит:

$$P_{a.n.} = 2 \cdot \frac{60 \cdot 253 \cdot 16}{20} \cdot 1,16 = 28174 \text{ м}^3.$$

Затраты труда на единицу формируемой продукции (трудоемкость), чел.·ч, рассчитывают по формуле:

$$r = \frac{R \cdot h \cdot B_p}{P \cdot n}, \quad (4)$$

где R – явочное число рабочих в бригаде в сутки, чел.;

n – число смен в сутки.

$$r = \frac{41 \cdot 16 \cdot 253}{28174 \cdot 2} = 2,94 \text{ чел.·ч/м}^3.$$

Библиографический список

1 ГОСТ 22701.0-77 Плиты железобетонные ребристые предварительно напряженные размерами 6×3 м для покрытий производственных зданий. Технические условия.

2 Касторных Л.И. Проектирование предприятий по производству товарного бетона и сборного железобетона. Часть I: учебное пособие. – Ростов н/Д: Рост. гос. строит. ун-т, 2014. – 130 с.

3 Касторных Л.И. Проектирование предприятий по производству товарного бетона и сборного железобетона. Часть II: учебное пособие. – Ростов н/Д: Рост. гос. строит. ун-т, 2014. – 171 с.

4 Общесоюзные нормы технологического проектирования предприятий сборного железобетона. ОНТП 07-85 / Минстройматериалов СССР. – М.: Стройиздат, 1986. – 51 с.

5 Производство сборных железобетонных изделий: справочник / Г. И. Бердичевский [и др.] / под ред. К. В. Михайлова, К. М. Королева. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 1989. – 447 с.

**Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Донской государственный технический университет»
(ДГТУ)**

Утверждено
на заседании кафедры
технологии вяжущих веществ,
бетонов и строительной керамики
«26» апреля 2016 г.

**Расчет длительности элементных циклов
на постах конвейерной линии**

**Методические указания
к практическим занятиям по дисциплине
«Проектирование предприятий строительных изделий и конструкций»
для обучающихся по направлению 08.03.01 «Строительство»
профиля «Производство строительных материалов, изделий
и конструкций»**

**Ростов-на-Дону
2016**

УДК 666.97 + 666.982

Расчет длительности элементных циклов на постах конвейерной линии. Методические указания для практических занятий по дисциплине «Проектирование предприятий строительных изделий и конструкций» для обучающихся по направлению 08.03.01 «Строительство» профиля «Производство строительных материалов, изделий и конструкций». – Ростов-н/Д: Донс. гос. техн. ун-т, 2016. – 15 с.

Регламентируют порядок и правила технологического проектирования процесса производства железобетонных изделий и конструкций, выполняемого обучающимися очной и заочной формы обучения по направлению подготовки 08.03.01 «Строительство» профиля «Производство строительных материалов, изделий и конструкций».

Приводится пример расчета длительности элементных процессов, операционного графика и циклограммы работы комплекса по конвейерной технологии.

Составитель: канд. техн. наук Л. И. Касторных

Редактор
Темплан 2016 г., поз.

Подписано в печать 2016
Формат 60x84/16. Бумага писчая. Ризограф.
Уч.-изд. л. Тираж экз. Заказ

Редакционно-издательский центр
Донского государственного технического университета
344022, Ростов-на-Дону, ул. Социалистическая, 162

© Донской государственный
технический университет, 2016

Введение

Основными расчетными величинами технологического процесса являются длительности операций и элементных циклов. Продолжительность выполнения операций определяет качество технологической обработки. По длительности элементных циклов устанавливают производственную мощность технологической линии, подбирают оборудование, назначают число исполнителей процесса.

Важным этапом в изучении и освоении принципов проектирования предприятий по производству сборных бетонных и железобетонных изделий и конструкций является организация технологического процесса. При технологическом проектировании необходимо в полной мере использовать современное оборудование, организационные решения, обеспечивающие строгое выполнение режимов обработки, высокие технико-экономические показатели производственной деятельности, т.е. максимальную экономию трудовых, материальных и энергетических ресурсов.

Цель настоящих методических указаний - освоение методов расчета производственного процесса на конвейерных технологических линиях по выпуску железобетонных изделий и конструкций.

1 Продукция технологического комплекса

В качестве базового изделия принимаются плиты железобетонные ребристые предварительно-напряженные по ГОСТ 22701.0-77 [1].

Плиты применяются для отапливаемых и неотапливаемых производственных зданий в качестве элементов покрытия.

Марка плиты ПГ 6.3-6A_TVIТ-Н,

где ПГ – плита без проема в полке для глухих участков покрытия;

6.3 – размеры плиты, м;

6 – шестая несущая способность;

A_TVI – класс напрягаемой арматурной стали;

Т – тяжелый бетон;

Н – предназначена для работы при агрессивной степени воздействия газовой среды

Чертеж изделия представлен на рисунке 1.

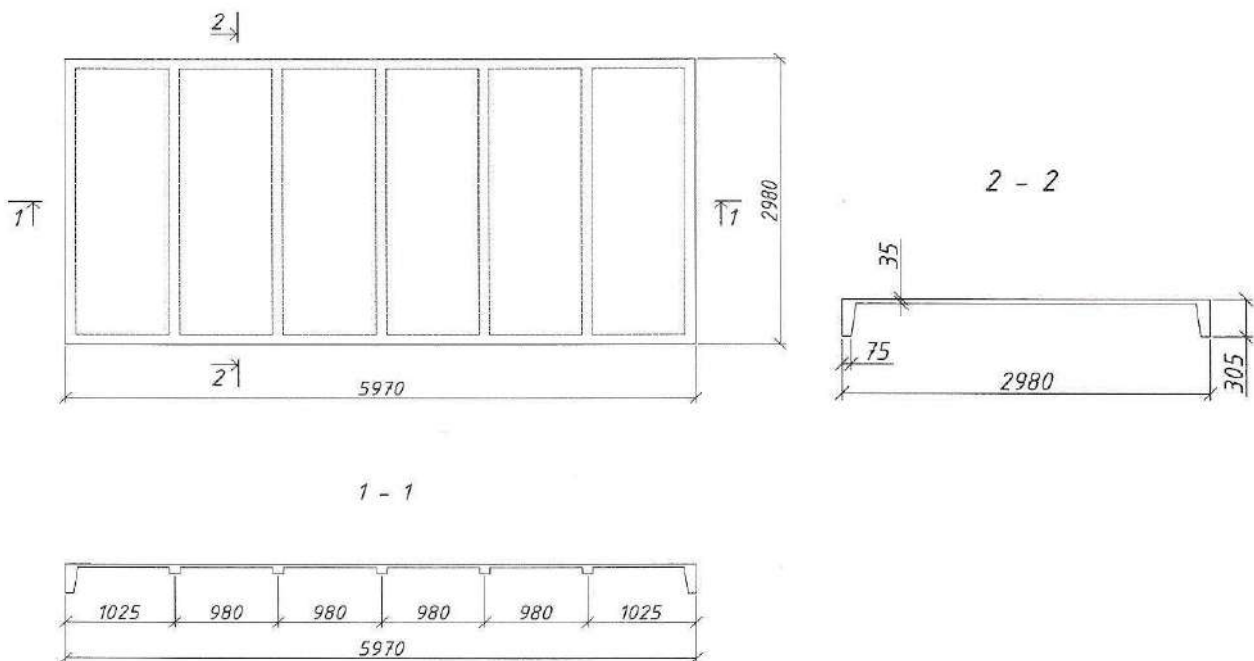


Рисунок 1 – Плита ребристая ПГ 6.3-6A_TVIТ-Н

Характеристика изделия представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Техническая характеристика изделия

Показатель	Величина
Класс по прочности на сжатие	B30
Расход бетона, м ³	1,16
Расход стали, кг	123
Масса плиты, т	2,9
Диаметр и класс напрягаемой арматуры	20A _T 1000
Величина напряжения в арматуре, МПа	784,5
Передаточная прочность, МПа	27,5

2 Функциональная технологическая схема производства

На первом этапе проектирования разрабатывается функциональная технологическая схема производства, предусматривающая характер организации будущего производства, вид технологического оборудования, перечень технологических операций.

Предусматривается уплотнение бетонных смесей на виброплощадке.

Марка бетонной смеси БСТ В30 П1.

Способ ускоренного твердения – пропаривание в горизонтальных камерах щелевого типа по режиму: $\tau = 14 ((2)+3+6+3)$ ч.

Способ напряжения арматурной стали – электротермический.

Функциональная технологическая схема представлена на рисунке 2.

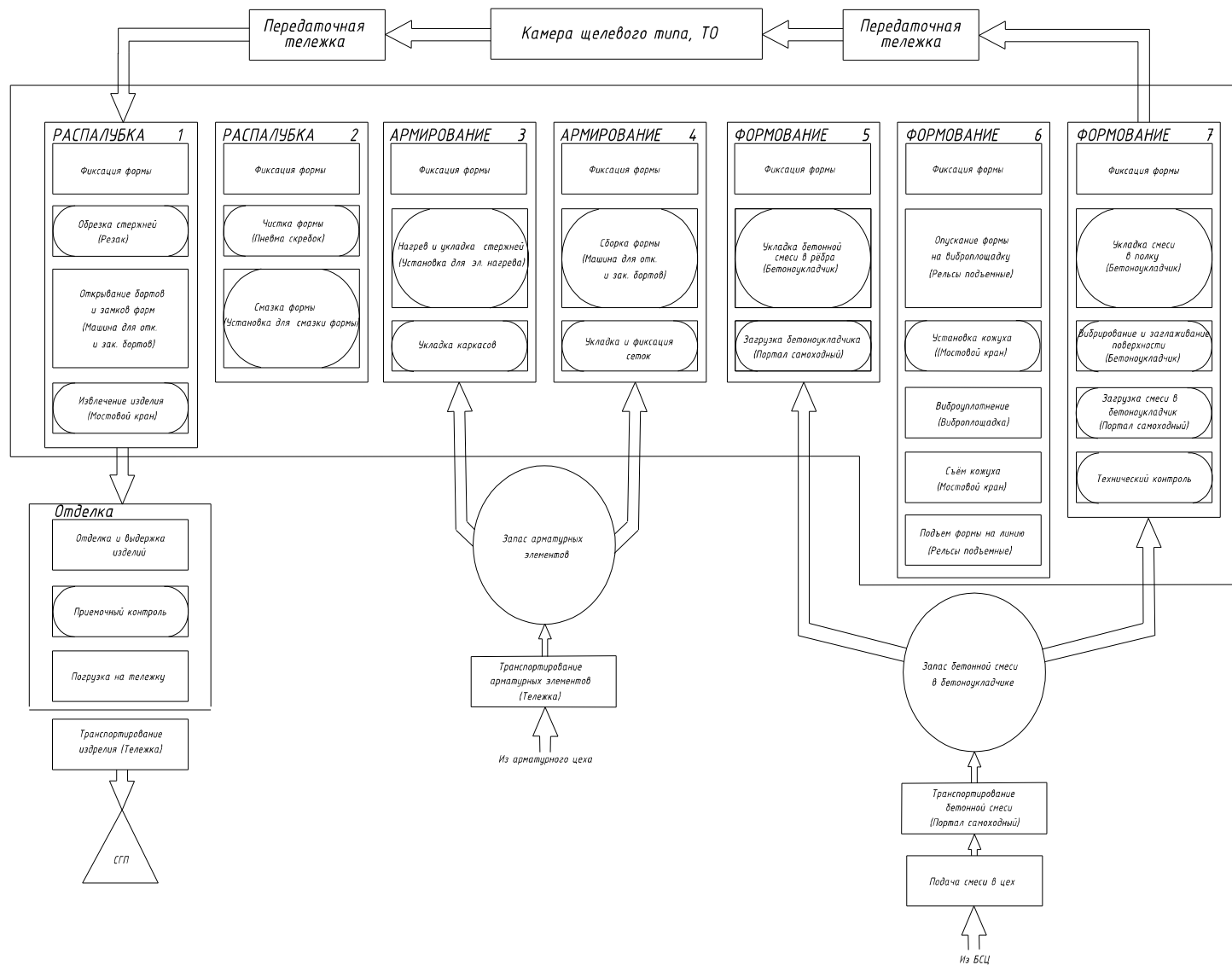


Рисунок 2 – Функциональная технологическая схема производства плит

Функциональная технологическая схема служит основанием для выбора оборудования, выявления состава операций, переходов и постов технологической линии.

На следующем этапе проектирования осуществляется выбор технологического оборудования (по каталогам и справочникам) [2, 3, 5].

Кран мостовой К16_т-25-16,5:

- грузоподъемность – 10 т;
- масса – 12,6 т;
- мощность – 31,1 кВт.

Бетоноукладчик СМЖ-3507Б:

- ширина колеи – 4500 мм;
- мощность – 16,1 кВт;
- габариты, м – 5,6×6,3×3,1;
- масса – 9 т.

Виброплощадка СМЖ-200Г:

- грузоподъемность – 15 т;
- масса – 6,6 т;
- мощность – 92 кВт;
- габариты, м – 10,3×3×0,7.

Установка для электронагрева стержней СМЖ-129В:

- масса – 0,87 т;
- мощность – 40 кВА;
- длина нагреваемых стержней – 6200 мм;
- число одновременно нагреваемых стержней – 2.

Тележка самоходная СМЖ-151Б:

- грузоподъемность – 20 т;
- скорость передвижения – 40 м/мин;
- ширина колеи – 1524 мм;
- масса – 3,45 т;

- мощность – 6,5 кВт.

Машина для открывания и закрывания бортов СМЖ – 453Б:

- масса – 4,2 т;
- время цикла открывания и закрывания – 1,5 мин.

Установка для смазки формы СМЖ – 518А:

- масса – 0,67 т.

Рельсы подъёмные СМЖ – 510А:

- масса – 3,65 т.

Портал самоходный – 2980/31:

- масса – 1,7 т;
- мощность – 10 кВт.

Кожух звукоизолирующий СМЖ – 653А:

- масса – 0,37 т.

Привод конвейера СМЖ - 3005Б:

- масса – 7,97 т;
- мощность – 11 кВт.

Тележка передаточная СМЖ – 444:

- масса – 11,0 т;
- мощность – 18,1 кВт.

Оборудование щелевой камеры с дистанционным управлением для закрывания проемов щели и создания герметичности СМЖ – 445:

- масса – 02,1 т;
- мощность – 1,1 кВт.

После выбора оборудования выполняется его компоновка на плане (рисунок 3). Для производства изделий проектируется семипостовая конвейерная линия.

3 Расчет длительности элементных циклов

Длительность механизированной операции определяется двумя видами затрат машинного времени – техническим и режимным [2, 3].

Длительность механизированной операции рассчитывают по формуле:

$$t_{o.m.} = \frac{l \cdot \alpha}{V \cdot \beta} + t_p, \quad (1)$$

где $t_{o.m.}$ – длительность механизированной операции, мин;

l – расчетная длина – расстояние рабочего или транспортного хода машины, м;

V – расчетная скорость рабочего или холостого хода машины, м/мин;

α – расчетное число проходов машины;

t_p – режимное машинное время, не совмещенное с техническим, мин;

β – коэффициент использования скорости передвижения механизма (при расчете крановых операций принимается по нормам технологического проектирования [4]).

Полученные в результате расчетов длительности операций служат основой для составления операционного графика (рисунок 4).

Номер поста	Операции	Оборудование, инструменты	Состав звена рабочих			Трудоем., чел-мин	Длит., мин	Текущее время, мин																	
			Профессия	Разряд	Кол во			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Перед. пост	Приём формы из камеры, ТО	Тележка передаточная	Оператор	4	1	3,5	3,5																		
	Перемещение тележки	Тележка передаточная	Оператор	4	1	3	3																		
	Передача формы на линию	Тележка передаточная	Оператор	4	1	3,5	3,5																		
№1	Фиксация формы	Привод конвейера	Оператор	4	1	0,5	0,5																		
	Обрезка стержней	Резак	Резчик	4	1	6	6																		
	Открывание бортов и замков формы	Машина для откр. бортов	Бетонщик	4	1	4	4																		
	Извлечения изделия из формы	Кран мостовой	Крановщик	5	1	2	2																		
	Перемещение формы на след. пост	Привод конвейера	Оператор	4	1	3,5	3,5																		
№2	Фиксация формы	Привод конвейера	Оператор	4	1	0,5	0,5																		
	Чистка формы	Пневмоскребок	Формовщик	3	1	10	10																		
	Смазка формы	Установка для смазки формы	Оператор	4	1	3,5	3,5																		
	Перемещение формы на след. пост	Привод конвейера	Оператор	4	1	3,5	3,5																		
№3	Фиксация формы	Привод конвейера	Оператор	4	1	0,5	0,5																		
	Нагрев и укладка стержней	Установка для эл. нагрева	Арматурщик	4	2	12	6																		
	Укладка и фиксация каркасов	Кран мостовой	Арматурщи	4	2	12	6																		
	Перемещение формы на след. пост	Привод конвейера	Оператор	4	1	3,5	3,5																		
№4	Фиксация формы	Привод конвейера	Оператор	4	1	0,5	0,5																		
	Сборка формы	Машина для отк. и зак. бортов	Бетонщик	4	1	4	4																		
	Укладка и фиксация сеток	Кран консольный	Арматурщик	4	2	16	8																		
	Перемещение формы на след. пост	Привод конвейера	Оператор	4	1	3,5	3,5																		
№5	Фиксация формы	Привод конвейера	Оператор	4	1	0,5	0,5																		
	Укладка бетонной смеси в рёбра плиты	Бетоноукладчик	Оператор	4	1	6	3+3																		
	Загрузка бетоноукладчика	Портал самоходный	Оператор	4	1	5	5																		
	Перемещение формы на след. пост	Привод конвейера	Оператор	4	1	3,5	3,5																		
№6	Фиксация формы	Привод конвейера	Оператор	4	1	0,5	0,5																		
	Опускание формы на виброплощадку	Рельсы подъёмные	Оператор	4	1	1	1																		
	Установка звукоизолирующего кожуха	Мостовой кран	Крановщик	4	1	1,5	1,5																		
	Виброуплотнение	Виброплощадка	Оператор	4	1	1,5	1,5																		
	Подъём звукоизолирующего кожуха	Кран мостовой	Крановщик	4	1	1,5	1,5																		
	Перемещение формы на след. пост	Привод конвейера	Оператор	4	1	3,5	3,5																		
	Фиксация формы	Привод конвейера	Оператор	4	1	0,5	0,5																		
№7	Укладка смеси в полку	Бетоноукладчик	Оператор	4	1	6	3+3																		
	Вибрирование и заглаживание	Бетоноукладчик	Оператор	4	1	4	4																		
	Загрузка смеси в бетоноукладчик	Портал самоходный	Оператор	4	1	3	3																		
	Перемещение формы на след. пост	Привод конвейера	Оператор	4	1	3,5	3,5																		
	Приём формы на линии	Тележка передаточная	Оператор	4	1	3,5	3,5																		
Перед. пост	Перемещение тележки	Тележка передаточная	Оператор	4	1	3	3																		
	Подача формы в камеру, ТО	Тележка передаточная	Оператор	4	1	3,5	3,5																		

Рисунок 4 – Операционный график производства ребристых плит

Для окончательного определения ритма работы конвейера разрабатывается графоаналитическая модель, представленная на рисунке 5.

При построении циклограммы установлено, что ритм конвейера составляет 18 мин.

Операционный график является основанием для определения состава производственных рабочих (таблица 2).

Таблица 2 – Состав производственной бригады

Профессия	Квалификационный разряд	Количество по сменам			Итого
		1	2	3	
Крановщик	5	1	1	-	2
Строповщик	5	1	1	-	2
Формовщик	3	1	1	-	2
	4	1	1	-	1
Арматурщик	4	4	4	-	8
Резчик	4	1	1	-	2
Оператор	4	4	4	-	8
Термист	4	1	1	1	3
Всего		14	14	1	29

4 Расчет производительности и трудоемкости процесса изготовления изделий

Ритмичность работы конвейерной технологической линии определяется после построения графоаналитической модели производственного процесса (рисунок 5).

Синхронизация работы оборудования и производственных рабочих на постах линии, выполненная в ходе разработки циклограммы, позволила установить ритм работы конвейера – 18 мин.

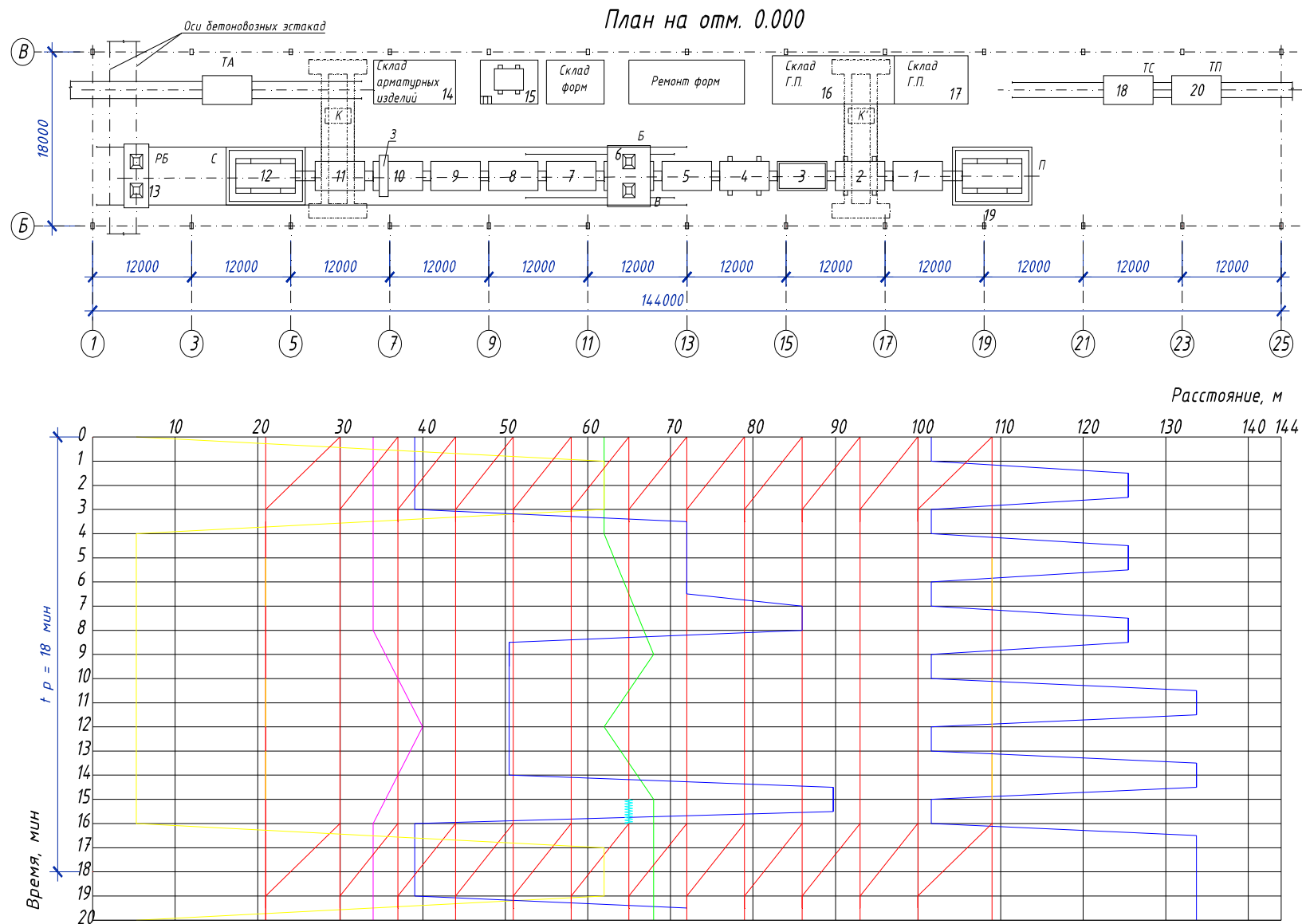


Рисунок 5 – Циклограмма работы технологического оборудования на конвейерной линии по производству плит

На заводах сборного железобетона расчеты годовой производительности конвейерной линии выполняются по формуле:

$$P_{\kappa}^n = \frac{60h \cdot B_p \cdot V \cdot \alpha}{T_p}, \quad (2)$$

где T_p – ритм работы конвейера, мин;

h – количество рабочих часов в сутки (устанавливается согласно [4, 5] в зависимости от числа рабочих смен n (2 или 3) при 8-часовой продолжительности рабочей смены);

V – объем одновременно формуемых изделий в выбранных натуральных единицах (м^3 , м^2 , шт. и т.д.);

α – коэффициент, учитывающий уменьшение расчетного времени на переналадку конвейера при переходе с одного вида изделий на другой, а также наличие «холостых» ходов в начале каждой рабочей суток ($\alpha = 0,90 - 0,96$);

B_p – число рабочих суток в году (для конвейерной линии $B_p = 247$ сут).

$$P_{\text{кон}} = \frac{60 \cdot 247 \cdot 16}{18} \cdot 1,16 \cdot 0,95 = 14517 \text{ м}^3$$

Затраты труда на единицу формуемой продукции (трудоемкость), чел.ч, рассчитывают по формуле:

$$r = \frac{R \cdot h \cdot B_p}{P \cdot n}, \quad (3)$$

где R – явочное число рабочих в бригаде в сутки, чел.;

n – число смен в сутки.

$$r = \frac{29 \cdot 247 \cdot 16}{14517 \cdot 2} = 3,95 \text{ чел.ч/м}^3$$

Библиографический список

1 ГОСТ 22701.0-77 Плиты железобетонные ребристые предварительно напряженные размерами 6×3 м для покрытий производственных зданий. Технические условия.

2 Касторных Л.И. Проектирование предприятий по производству товарного бетона и сборного железобетона. Часть I: учебное пособие. – Ростов н/Д: Рост. гос. строит. ун-т, 2014. – 130 с.

3 Касторных Л.И. Проектирование предприятий по производству товарного бетона и сборного железобетона. Часть II: учебное пособие. – Ростов н/Д: Рост. гос. строит. ун-т, 2014. – 171 с.

4 Общесоюзные нормы технологического проектирования предприятий сборного железобетона. ОНТП 07-85 / Минстройматериалов СССР. – М.: Стройиздат, 1986. – 51 с.

5 Производство сборных железобетонных изделий: справочник / Г. И. Бердичевский [и др.] / под ред. К. В. Михайлова, К. М. Королева. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 1989. – 447 с.

**Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Донской государственный технический университет»
(ДГТУ)**

Утверждено
на заседании кафедры
технологии вяжущих веществ,
бетонов и строительной керамики
«26» апреля 2016 г.

Расчет длительности элементных циклов на длинных стендах

**Методические указания
к практическим занятиям по дисциплине
«Проектирование предприятий строительных изделий и конструкций»
для обучающихся по направлению 08.03.01 «Строительство»
профиля «Производство строительных материалов, изделий
и конструкций»**

Ростов-на-Дону

2016

УДК 666.97 + 666.982

Расчет длительности элементных циклов на длинных стендах. Методические указания для практических занятий по дисциплине «Проектирование предприятий строительных изделий и конструкций» для обучающихся по направлению 08.03.01 «Строительство» профиля «Производство строительных материалов, изделий и конструкций». – Ростов-н/Д: Донс. гос. техн. ун-т, 2016. – 15 с.

Регламентируют порядок и правила технологического проектирования процесса производства железобетонных изделий и конструкций, выполняемого обучающимися очной и заочной формы обучения по направлению подготовки 08.03.01 «Строительство» профиля «Производство строительных материалов, изделий и конструкций».

Приводится пример расчета длительности элементных процессов, ведомости трудозатрат и линейного суточного графика работы комплекса по стендовой технологии.

Составитель: канд. техн. наук Л. И. Касторных

Редактор
Темплан 2016 г., поз.

Подписано в печать 2016
Формат 60x84/16. Бумага писчая. Ризограф.
Уч.-изд. л. Тираж экз. Заказ

Редакционно-издательский центр
Донского государственного технического университета
344022, Ростов-на-Дону, ул. Социалистическая, 162

© Донской государственный
технический университет, 2016

Введение

Для технологического процесса изготовления железобетонных изделий основными расчетными величинами являются длительности операций и элементных циклов. Продолжительность выполнения операций определяет качество технологической обработки. По длительности элементных циклов устанавливают производственную мощность технологической линии, подбирают оборудование, назначают число исполнителей процесса.

Важным этапом в изучении и освоении принципов проектирования предприятий по производству сборных бетонных и железобетонных изделий и конструкций является организация технологического процесса. При технологическом проектировании необходимо в полной мере использовать современное оборудование, организационные решения, обеспечивающие строгое выполнение режимов обработки, высокие технико-экономические показатели производственной деятельности, т.е. максимальную экономию трудовых, материальных и энергетических ресурсов.

Цель настоящих методических указаний – освоение методов расчета производственного процесса на длинных стендах по выпуску железобетонных изделий и конструкций.

1 Продукция технологического комплекса

В качестве базового изделия принимается плита перекрытия железобетонная многопустотная ПБ-60.12 по ГОСТ 9561-91 [1].

Плиты предназначены для применения в перекрытиях и покрытиях многоэтажных жилых, общественных и производственных зданий с несущими стенами, сборным или сборно-монолитным каркасом.

Плиты безопалубочного формования могут применяться в зданиях, возводимых по действующим проектам, взамен плит с круглыми пустотами.

Марка плиты ПБ-60.12:

ПБ – плита безопалубочного формования;

60 – длина, дм;

12 – ширина, дм.

Чертеж изделия представлен на рисунке 1.

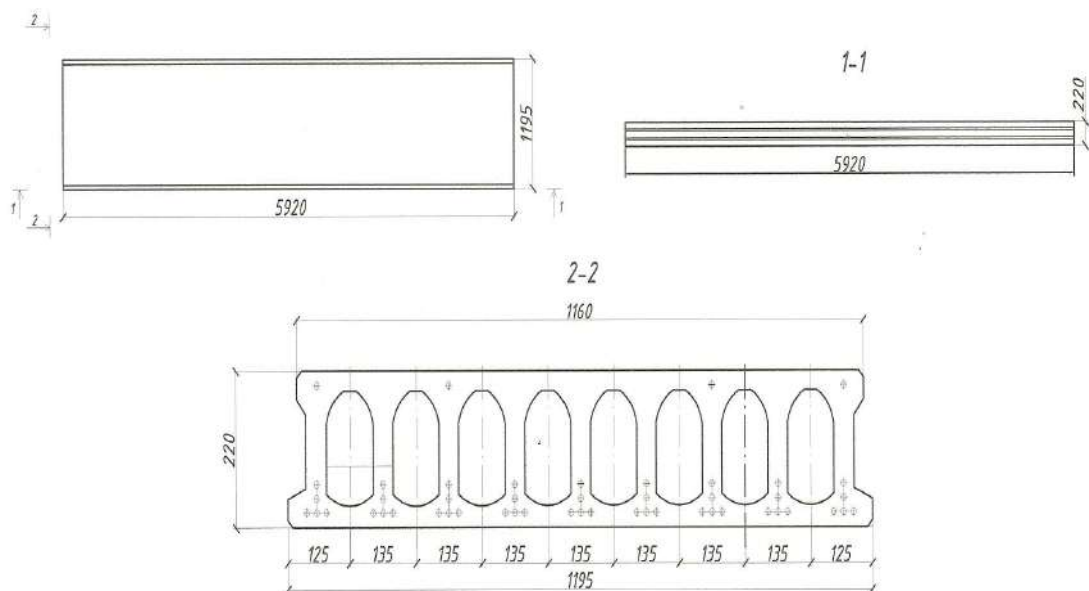


Рисунок 1 – Плита перекрытия многопустотная ПБ-60.12

Характеристика изделия представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Техническая характеристика плит перекрытия

Показатель	Величина
Класс по прочности на сжатие	B30
Расход бетона, м ³	0,885
Расход арматурной стали, кг	36,18
Масса плиты, т	2,12
Объём изделия, м ³	1,57
Площадь, м ²	7,15

2 Функциональная технологическая схема производства

На первом этапе проектирования разрабатывается функциональная технологическая схема производства, предусматривающая характер организации будущего производства, вид технологического оборудования, перечень технологических операций [2, 3, 5].

Марка бетонной смеси – БСТ В30 Ж1.

Технология производства – безопалубочная на длинном протяжном стенде.

Способ напряжения арматурной стали – механический с натяжением высокопрочной проволоочной арматуры на упоры стенда.

Способ ускоренного твердения – контактный обогрев с помощью системы регистров (теплоноситель – горячая вода).

Функциональная технологическая схема представлена на рисунке 2.

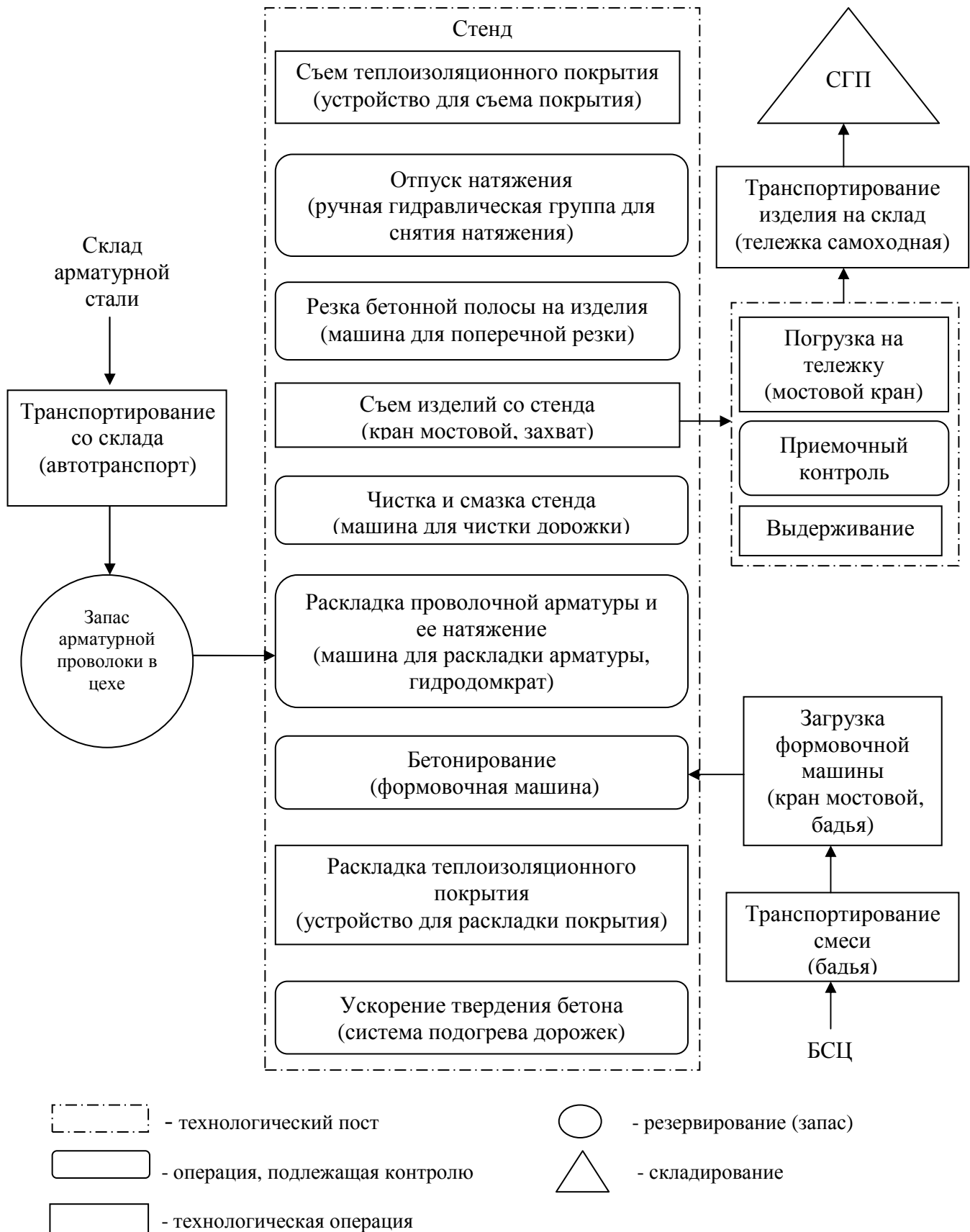


Рисунок 2 - Функциональная технологическая схема производства плит

Функциональная технологическая схема служит основанием для выбора оборудования, выявления состава операций, переходов и постов технологической линии.

На следующем этапе проектирования осуществляется выбор технологического оборудования (по каталогам и справочникам) [2, 3, 5].

Кран мостовой К16_т-25-16,5:

- грузоподъемность – 10 т;
- масса – 12,6 т;
- мощность – 31,1 кВт.

Захват для плит РР-4:

- масса – 0,556 т.

Устройство для раскладки и съёма теплозащитного покрытия 025600:

- масса – 215 кг;
- производитель – ЗАО ВИБРОПРЕСС.

Ручная гидравлическая группа ВС-38-19:

- масса – 300 кг.

Машина для поперечной резки Т9С100:

- масса – 2750 кг;
- мощность – 45 кВт.

Машина для чистки и смазки Т9:

- масса – 2,3 т;
- мощность – 28 кВт;
- скорость - 12 м/мин.

Машина для раскладки арматурной проволоки ТРП-1:

- масса – 1,6 т;
- мощность – 3,7 кВт;
- скорость, м/мин – 50 - 100.

Гидродомкрат для натяжения арматурной проволоки УНА:

- масса – 0,26 т;

- мощность – 2,2 кВт.

Машина формующая ТЭНСИЛАНД-Т9ЕV5:

- масса – 7,8 т;
- мощность – 15 кВт;
- скорость, м/мин – 0,65 - 3;
- объём бункера – 1 м³.

Установка для мойки формующей машины:

- масса – 0,046 т;
- мощность – 4,5 кВт;
- давление – 1,8 атм.

Тележка самоходная СМЖ-151Б:

- грузоподъемность – 20 т;
- скорость передвижения – 40 м/мин;
- ширина колеи – 1524 мм;
- масса – 3,45 т;
- мощность – 6,5 кВт.

Система подогрева дорожки – горячее водоснабжение по трубопроводу.

После выбора оборудования выполняется его компоновка на плане цеха (рисунок 3).

3 Расчет длительности элементных циклов

На стандовой технологической линии выполняются как механизированные, так и ручные операции.

Длительность механизированной операции определяется двумя видами затрат машинного времени – техническим и режимным.

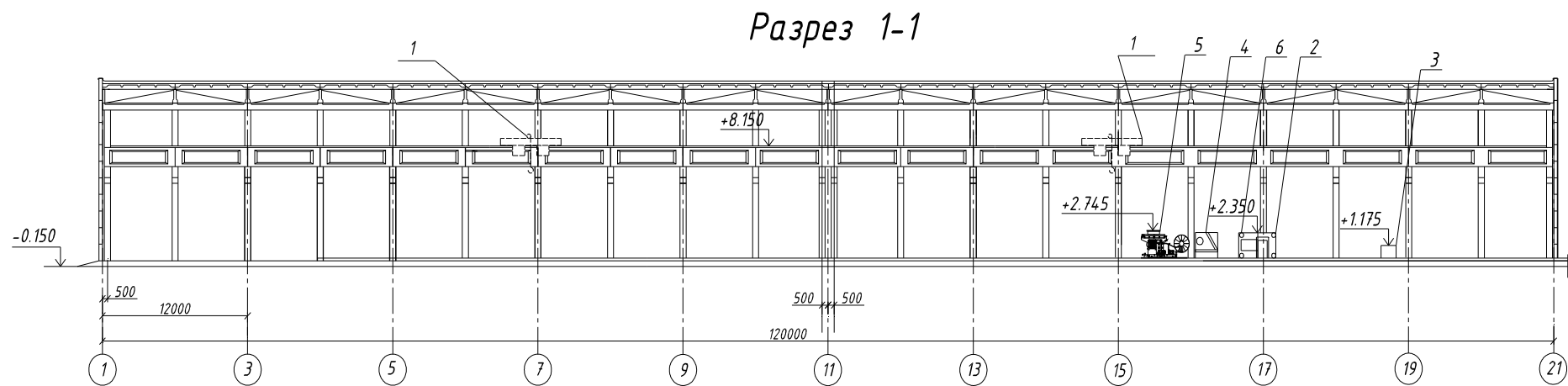
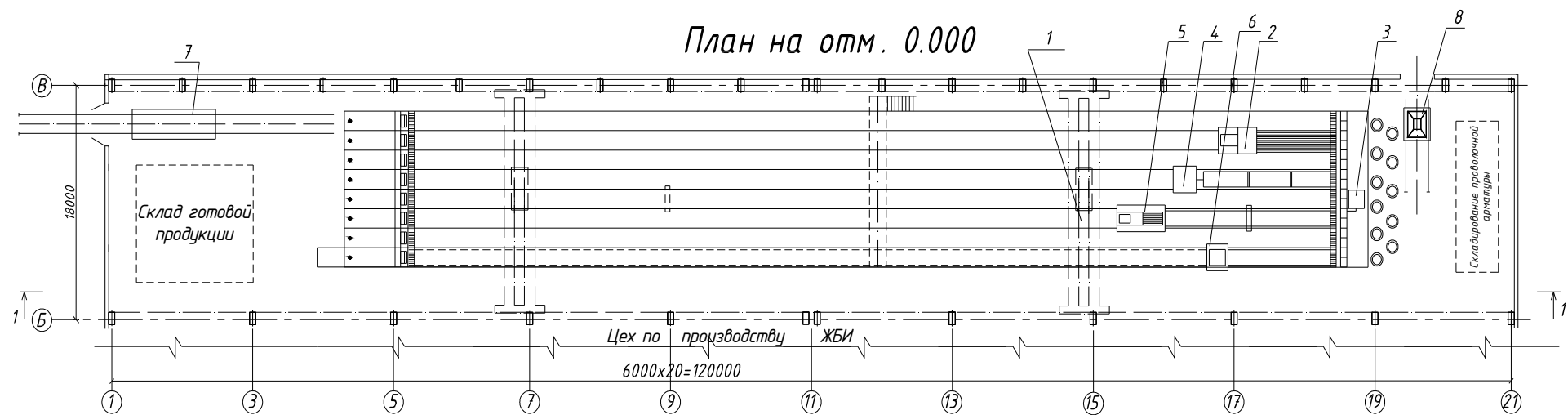


Рисунок 3 – Компоновочная схема стандовой линии по производству плит безопалубочного формования

Длительность механизированной операции рассчитывают по формуле:

$$t_{o.m.} = \frac{l \cdot \alpha}{V \cdot \beta} + t_p, \quad (1)$$

где $t_{o.m.}$ – длительность механизированной операции, мин;

l – расчетная длина - расстояние рабочего или транспортного хода машины, м;

V – расчетная скорость рабочего или холостого хода машины, м/мин;

α – расчетное число проходов машины;

t_p – режимное машинное время, не совмещенное с техническим, мин;

β – коэффициент использования скорости передвижения механизма (принимается по нормам технологического проектирования [4]).

Длительность ручной операции определяется по формуле:

$$t_{p.o.} = P \cdot t_o \cdot \frac{N_o}{N} \cdot \alpha, \quad (2)$$

где $t_{p.o.}$ – длительность ручной операции, мин;

P – объем работ по операции;

t_o – норма времени за единицу объема работ, мин;

N_o – число исполнителей, для которого установлена норма времени;

N – принятое число исполнителей;

α – коэффициент, учитывающий уменьшение длительности операций за счет сокращения нормы времени – при $N_o > N$, $\alpha = 0,9 \dots 0,95$, и увеличение продолжительности – при $N_o < N$, $\alpha = 1,05 \dots 1,1$.

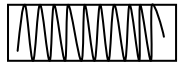
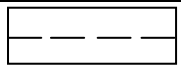




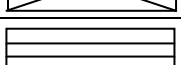
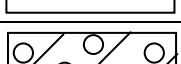
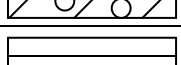
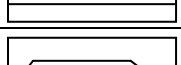
Расчётная ведомость трудозатрат по производству многопустотных плит перекрытия ПБ-60.12, приведенная в таблице 2, позволяет определить обрачиваемость стандовой линии D_{cm} :

$$D_{cm} = \frac{24}{T_{cm}}, \quad (3)$$

где T_{cm} – длительность технологического цикла изготовления изделий на станде, ч.

$$D_{cm} = \frac{24}{22,9} \approx 1.$$

Таблица 2 – Ведомость трудозатрат по производству плит перекрытия на стенде (для 1-ой формовочной дорожки)

Позиция	Наименование операций	Условные обозначения	Единицы измерения	Расчетное время на ед. изм., мин	Количество рабочих	Трудоемкость, чел.·ч.	Количество единиц изм., мин	Трудоемкость на линии, чел.·ч.	Принятое количество рабочих	Длительность операции, мин	
										Всего	В том числе несовм.
1	Съем теплоизоляционного покрытия		1 п.м.	0,14	1	0,0023	90	0,22	1	13	13
2	Отпуск натяжения		1 проволока	2,04	2	0,068	49	3,33	2	100	100
3	Резка бетонной полосы		1 изделие	6,0	1	0,1	15	1,5	1	90	90
4	Съем изделий с формовочной дорожки		1 изделие	2,0	1	0,033	15	0,5	1	30	30
5	Чистка и смазка стенда		1 п.м.	0,17	1	0,0028	90	0,25	1	15	15
6	Раскладка арматурных проволок		1 проволока	0,306	1	0,0051	49	0,25	1	15	15
7	Натяжение арматурной проволоки		1 проволока	3,33	1	0,056	49	0,83	1	50	50
8	Бетонирование формовочной дорожки		1м³	6,8	2	0,227	13,3	3	2	90	90
9	Раскладка теплоизоляционного покрытия		1 п.м.	0,14	1	0,0023	90	0,22	1	13	13
10	Ускоренное твердение бетона		мин							960	960
Итого										1376	1376

4 Расчет производительности и трудоемкости процесса изготовления изделий

Полученные в результате расчетов длительности операций служат основой для построения линейного графика работ (рисунок 4).

В результате построения ведомости трудозатрат и линейного графика установлено, что самым продолжительным циклом является процесс распалубки – 250 мин.

Состав производственных рабочих представлен в табличной форме (таблица 3).

Таблица 3 – Состав производственной бригады

Профессия	Квалификационный разряд	Количество по сменам			Итого
		1	2	3	
Оператор	5	5	5	-	10
Формовщик	4	2	2	-	4
Арматурщик	4	2	2	-	4
Крановщик	4	2	2	-	4
Термист	4	-	-	1	1
Всего		11	11	1	23

Расчет производительности процесса для длинного стенда P_{cm} , м³:

$$P_{cm} = B_p \cdot D_{cm} \cdot V_{\bar{o}} \cdot n, \quad (4)$$

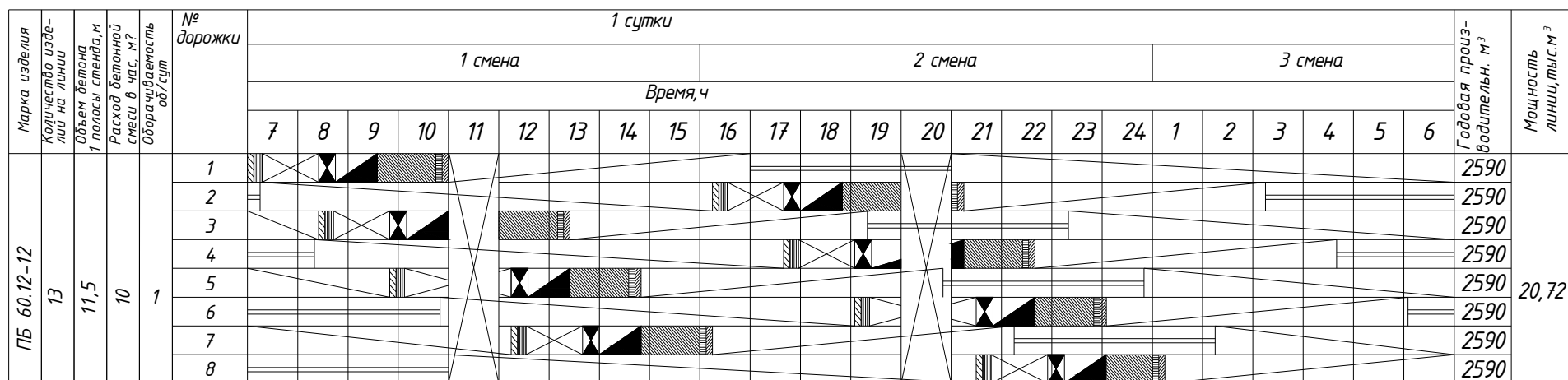
где B_p – число рабочих суток в году (для стендовой линии $B_p = 253$ сут.);

D_{cm} – количество оборотов стендовой установки в сутки;

$V_{\bar{o}}$ – объем бетона изделий на одной формовочной дорожке, м³;

n – количество формовочных дорожек.

$$P_{cm} = 253 \cdot 1 \cdot 0,885 \cdot 15 \cdot 8 = 26868 \text{ м}^3.$$



Примечание* – Условные обозначения – в ведомости трудозатрат

Рисунок 4 – Линейный график производства работ на длинном стенде

Затраты труда на единицу формируемой продукции (трудоемкость), чел.·ч, рассчитывают по формуле:

$$r = \frac{R \cdot h \cdot B_p}{P \cdot n}, \quad (5)$$

где R – явочное число рабочих в бригаде в сутки, чел.;

n – число смен в сутки.

$$r = \frac{23 \cdot 16 \cdot 253}{26868 \cdot 2} = 1,88 \text{ чел.·ч/ м}^3.$$

Библиографический список

- 1 ГОСТ 9561-91 Плиты перекрытий железобетонные многопустотные для зданий и сооружений. Технические условия.
- 2 Касторных Л.И. Проектирование предприятий по производству товарного бетона и сборного железобетона. Часть I: учебное пособие. – Ростов н/Д: Рост. гос. строит. ун-т, 2014. – 130 с.
- 3 Касторных Л.И. Проектирование предприятий по производству товарного бетона и сборного железобетона. Часть II: учебное пособие. – Ростов н/Д: Рост. гос. строит. ун-т, 2014. – 171 с.
- 4 Общесоюзные нормы технологического проектирования предприятий сборного железобетона. ОНТП 07-85 / Минстройматериалов СССР. – М.: Стройиздат, 1986. – 51 с.
- 5 Производство сборных железобетонных изделий: справочник / Г. И. Бердичевский [и др.] / под ред. К. В. Михайлова, К. М. Королева. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 1989. – 447 с.

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Донской государственный технический университет»
(ДГТУ)

Утверждено
на заседании кафедры
технологии вяжущих веществ,
бетонов и строительной керамики
«26» апреля 2016 г.

Методика расчета длительности элементных циклов
Методические указания
к практическим занятиям по дисциплине
«Проектирование предприятий строительных изделий и конструкций»
для обучающихся по направлению 08.03.01 «Строительство»
профиля «Производство строительных материалов, изделий
и конструкций»

Ростов-на-Дону
2016

УДК 666.97 + 666.982

Методика расчета длительности элементных циклов. Методические указания к практическим занятиям по дисциплине «Проектирование предприятий строительных изделий и конструкций» для обучающихся по направлению 08.03.01 «Строительство» профиля «Производство строительных материалов, изделий и конструкций». – Ростов-н/Д: Донс. гос. техн. ун-т, 2016. – 18 с.

Методические указания регламентируют порядок и правила технологического проектирования процесса производства железобетонных изделий и конструкций, выполняемого обучающимися очной и заочной формы обучения по направлению подготовки 08.03.01 "Строительство" профиля «Производство строительных материалов, изделий и конструкций".

Приводится методика расчета и оптимизации выполнения элементных процессов, операционных графиков и циклограмм работы технологического комплекса.

Составитель: канд. техн. наук Л. И. Касторных

СО Д Е Р Ж А Н И Е

	С.
Введение	3
1. Содержание практических занятий	4
2. Методика решения задач проектирования	6
3. Правила оформления отчета по практическим работам	16
Библиографический список	18

Введение

Уровень эффективности производства определяется комплексом факторов, среди которых важнейшим является совершенная организация работ по соблюдению параметров технологического процесса.

Основными величинами для расчета технологического процесса являются длительности операций и элементных циклов. Продолжительность выполнения технологических операций определяет качество обработки. По длительности элементных циклов устанавливают производственную мощность технологической линии, подбирают транспортное оборудование, назначают число исполнителей процесса.

Важным этапом в изучении и освоении принципов проектирования предприятий по производству сборных бетонных и железобетонных изделий и конструкций является организация технологического процесса. При технологическом проектировании необходимо в полной мере использовать современное оборудование, организационные решения, обеспечивающие строгое выполнение режимов обработки, высокие технико-экономические показатели производственной деятельности, т.е. максимальную экономию трудовых, материальных и энергетических ресурсов.

Цель настоящих методических указаний – освоение методов расчета производственного процесса на технологических линиях по выпуску железобетонных изделий и конструкций.

1 Содержание практических занятий

Практические занятия предусматривают расчет длительности работы на постах агрегатной, конвейерной линии и технологического цикла на стенде.

Расчеты элементных циклов агрегатной и конвейерной технологической линий и цикла работы стенда выполняются отдельно. При этом предусмотрено, что часть расчетов учебная подгруппа выполняет в аудитории и часть – в виде домашних заданий.

Итогом практических занятий должны явиться: операционный график и графоаналитическая модель работы агрегатно-поточной, конвейерной линии и ведомость трудозатрат с расчетной циклограммой выполнения операций на длинном стенде.

Производственные расчеты процесса изготовления сборных железобетонных конструкций выполняют после разработки функциональной технологической схемы и определения режимов обработки.

Функциональная технологическая схема (рисунок 1) служит основанием для выбора основного оборудования, выявления состава операций, переходов и числа постов агрегатной или конвейерной линии, количества стендовых установок. Технологические режимы устанавливаются при условии, что в результате обработки будут достигнуты требуемые свойства предмета труда (максимальная плотность свежееотформованного бетона, заданное предварительное напряжение в арматуре, отпускная прочность бетона после ускоренного твердения и др.).

Производственный процесс рассчитывают в следующей последовательности:

– разрабатываются компоновочные схемы постов с размещением в плане (в необходимых случаях и вертикальной проекции) основного технологического и транспортного оборудования. Габариты оборудования и объектов производства, формы с изделием вместе с принятыми расстояниями между ними вычерчиваются в определенном масштабе;

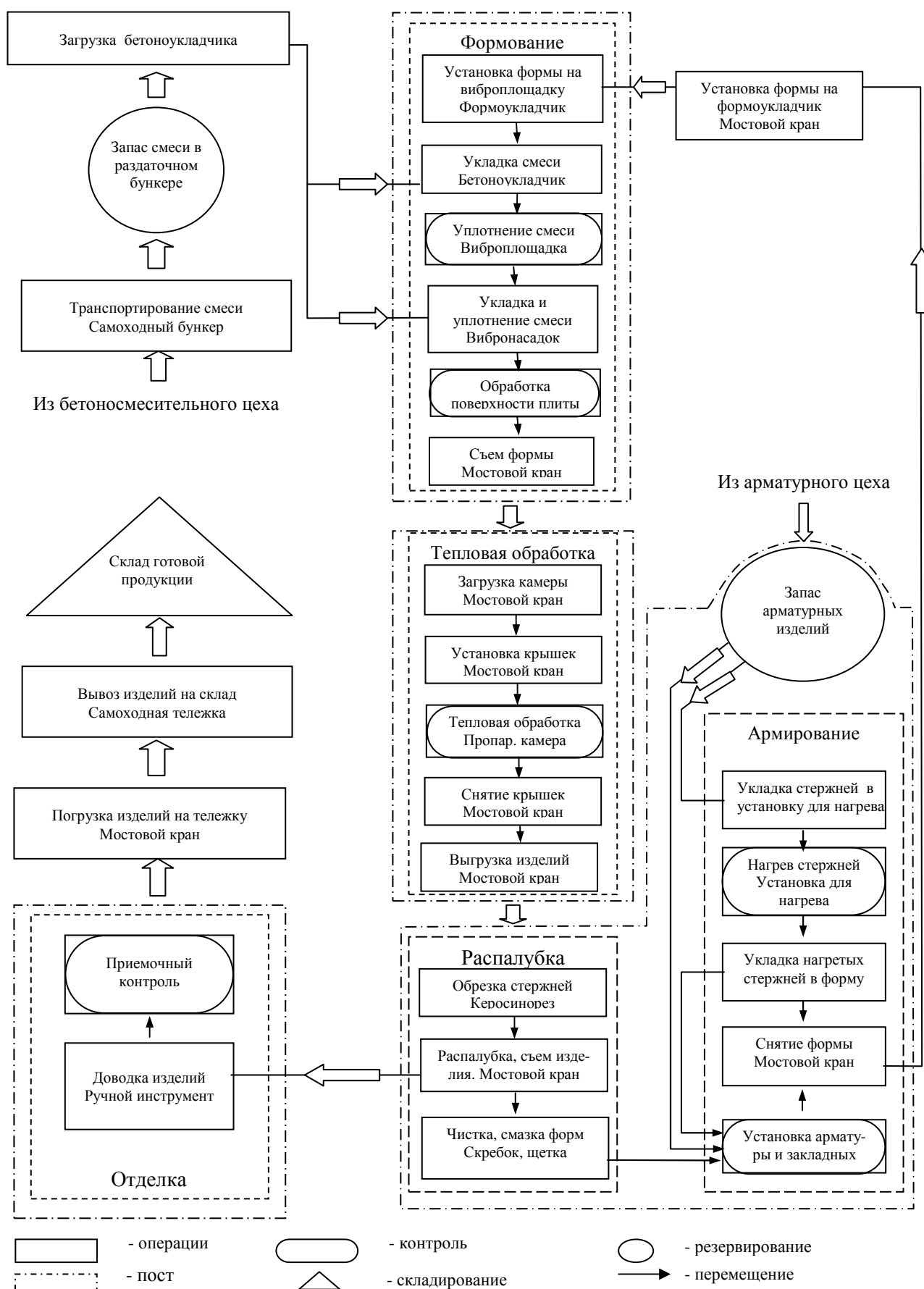


Рисунок 1 – Функциональная технологическая схема производства плит

- устанавливаются необходимые расчетные параметры – объемы работы по операциям, длины рабочих и холостых ходов машин, высота и дальность перемещения материала, форм и пр., уточняются нормы времени на ручные операции, технические характеристики механизмов, состав рабочих;

- рассчитываются длительности механизированных и ручных операций, и составляется первый вариант операционного графика или ведомости трудозатрат.

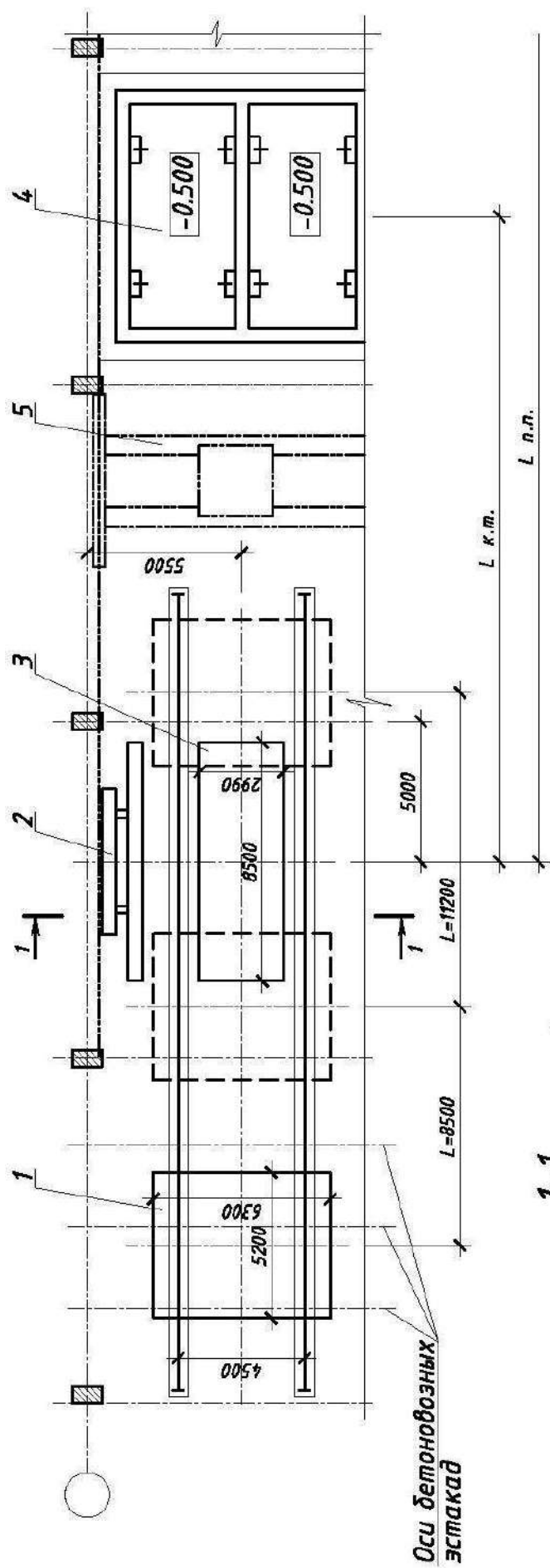
Полученные нормали операций на постах технологической линии подлежат согласованию между собой. Необходимо подтвердить реальность выполнения запланированных операций на нескольких постах одновременно. Возможность выполнения операций во времени и пространстве устанавливается построением графоаналитической модели процесса – циклограммы.

При моделировании производства изделий на стенде, по циклограмме выявляют продолжительность совмещенных операций и устанавливают общее несовмещенное время производственного процесса.

На основании проведенных производственных расчетов технологических линий студенты учебной группы составляют индивидуальные отчеты, которые подлежат защите после окончания практических занятий.

2 Методика решения задач проектирования

Планировочную компоновку постов технологической линии, предусмотренных функциональной схемой, начинают с вычерчивания основного агрегата. Помимо агрегата, на плане должны быть предусмотрены необходимые вспомогательные площади для размещения арматурных изделий на посту армирования, для текущего ремонта форм, хранения приспособлений и инструмента и т.д. Пример компоновочной схемы поста формования приводится на рисунке 2. Ширина проездов и проходов в плане, высота перемещения грузов должны удовлетворять требованиям по технике безопасности и производственной санитарии (рисунки 3 и 4). При размещении технологического оборудования и постов следует стремиться создавать четко специализированные зоны: подготовки форм, армирования, формования, тепловой обработки.



Условные обозначения:

$L \text{ к.т.}$ – расстояние перемещения мостового крана от поста формирования до камеры тепловой обработки;

$L \text{ п.п.}$ – расстояние перемещения мостового крана от поста подготовки форм до поста формирования;

h – высота свободного падения бетонной смеси;

1 – бетоноукладчик;

2 – щит пригрузочный;

3 – выгружающая;

4 – камера тепловой обработки;

5 – мостовой кран;

6 – платформа.

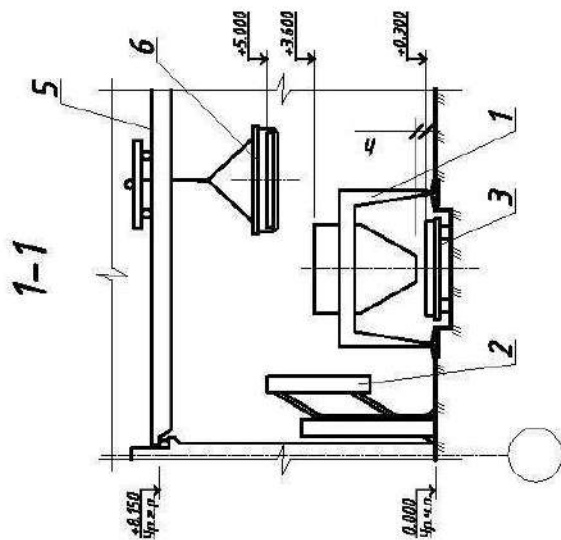
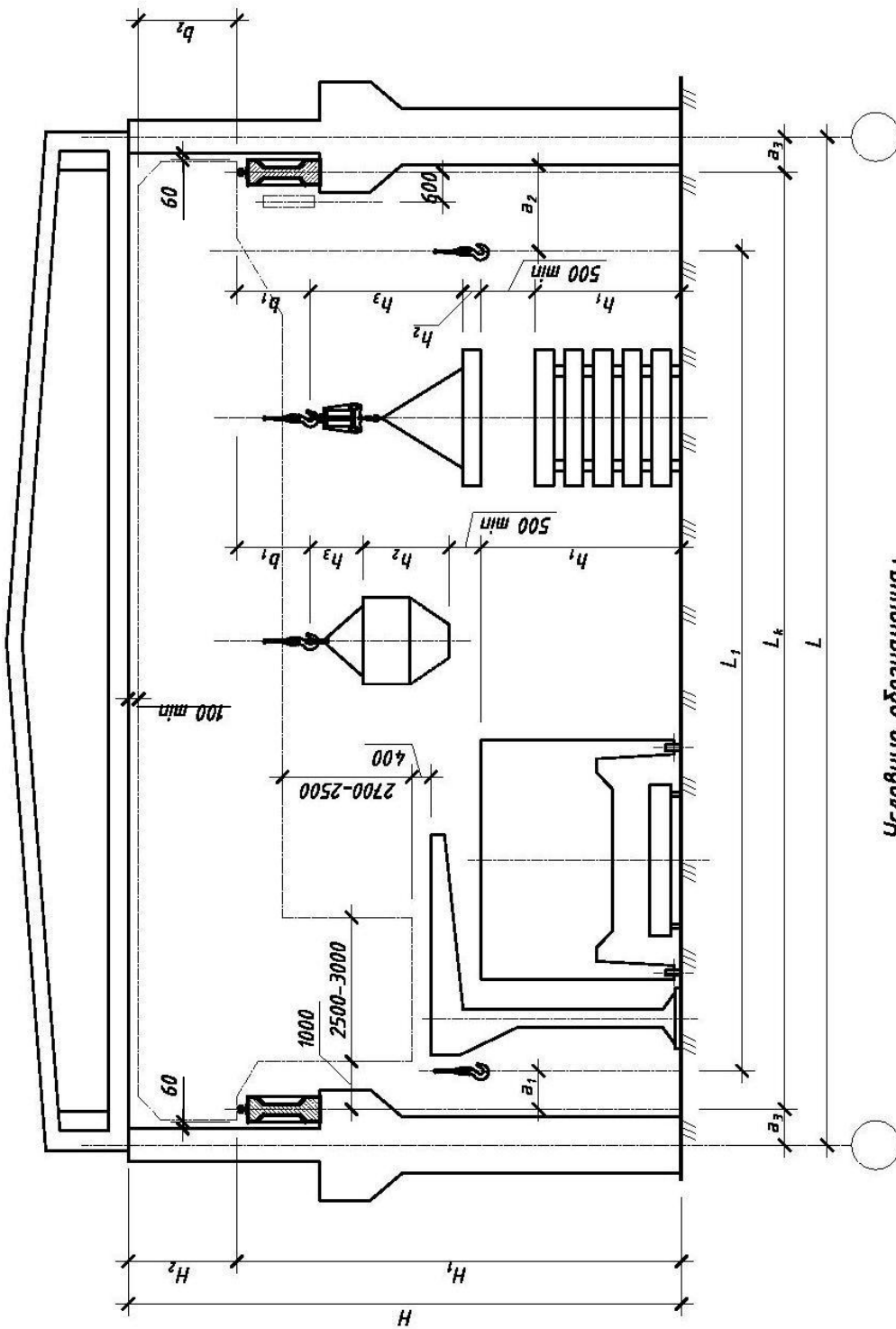


Рисунок 2 – Планировочная схема компоновки поста формирования



Условные обозначения:

L – ширина пролета; L_1 – ширина рабочего фронта крана; L_k – ширина колеи мостового крана; a_1, a_2 – мертвая зона крана; a_3 – расстояние от оси колонны до оси крайнего верхнего положения крюка крана до головки подкранового рельса; b_1 – расстояние от крайнего верхнего габарита крана; b_2 – расстояние от головки подкранового рельса до верхнего габарита крана; H – высота цеха; H_1 – расстояние от пола до головки подкранового рельса; H_2 – расстояние от головки подкранового рельса до низа несущих конструкций покрытия; h_1 – высота оборудования; h_2 – габарит перемещаемых грузов; h_3 – габарит такелажных приспособлений.

Рисунок 3 – Схема определения ширины и высоты пролета цеха

Назначение зоны, прохода	Схема	Определение величин
Рабочая зона – необходимое пространство, в котором может производиться работа		Пространство высотой до 2,0 м над уровнем пола или площадки (h), на которой находится рабочее место шириной не менее 0,8 м (P)
Рабочее место – часть рабочей зоны, в которой размещены органы управления, инструменты, приспособления, материалы		Пространство в пределах рабочей зоны, определяемое величиной зоны досягаемости рук в горизонтальной плоскости: 1 – оптимальная зона; 2 – нормальная; 3 – минимальная
Проезд цехового транспорта – зона для движения наземных подъемно-транспортных средств		Ширина проезда определяется максимальным габаритом грузенных транспортных средств (Γ) и габаритом приближения (z) не менее 0,5 м.
Проезд (проход) при расположении в нем рабочего места с одной стороны		Ширина рабочего места (P) не менее 0,8 м
Проезд (проход) при расположении в нем рабочих мест с двух сторон		
Магистральный цеховой проход		Ширина магистрального прохода (Π) не менее 1,5 м.
Проход между оборудованием, между оборудованием и стенами здания, второстепенный проход		Проход между оборудованием не менее 1,2 м. Проход к оборудованию для его ремонта и обслуживания не менее 0,7 м. Проход между оборудованием с стенами здания не менее 1,0 м

Рисунок 4 – Определение ширины проездов и проходов

Зоны и оборудование на плане следует располагать так, чтобы создавалась прямоточность технологических потоков, не было их пересечения, перемещения изготавливаемых изделий и форм происходили кратчайшим путем, без встречных и возвратных движений.

Принимаемые компоновочные решения должны подчиняться требованиям блокировки как строительных, так и технологических решений. В каждом технологическом комплексе должны быть унифицированы места подачи бетонной смеси, арматурных изделий, вывоза готовой продукции, расположения технологических коммуникаций, зоны размещения агрегатов и установок.

Функциональную технологическую схему группа принимает в результате анализа существующих способов производства базового изделия.

Расчетные объемы работ при выполнении операций, запланированных в функциональной технологической схеме, устанавливаются из характеристик объекта производства (объем бетона в формируемом изделии, масса укладываемой арматуры, смазываемая поверхность формы и т.п.). Требуемые величины перемещений оборудования определяются из компоновочной схемы поста и технологической линии.

Технические характеристики оборудования: скорость рабочего и холостого ходов, скорость перемещения поршня домкрата, объем бункера бетоноукладчика и т.д. принимаются по паспортным данным [1, 2]. Длительность выполнения крановых операций устанавливается по нормам технологического проектирования [3].

Время и состав исполнителей при выполнении ручных операций принимаются по нормативам [3], устанавливаются по типовым проектам и технологическим картам аналогичных производств. При проектировании могут быть приняты средние продолжительности выполнения ручных операций, так как проектирование ведется при условии выпуска усредненной номенклатуры продукции. Средняя продолжительность операций при изготовлении отдельных видов продукции приводится в [1, 2, 4]. Пример операционного графика производства железобетонных изделий приведен на рисунке 5.

Элементный процесс	Операции	Оборудование, инструмент	Состав звена рабочих			Трудоемкость, чел.-мин	Длительность, мин	Текущее время, мин.																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
			Профессия	Разряд	Количество			t _{ритм.} = 15 мин.																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
								1	3	5	7	9	11	13	15	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
Распалубка	Установка плиты на пост	Мостовой кран	Формовщик	3	2	2	1,0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					

Рисунок 5 – Операционный график производства плитных конструкций

В процессе разработки операционного графика необходимо обеспечить технологическую синхронизацию элементных циклов и организационную син-

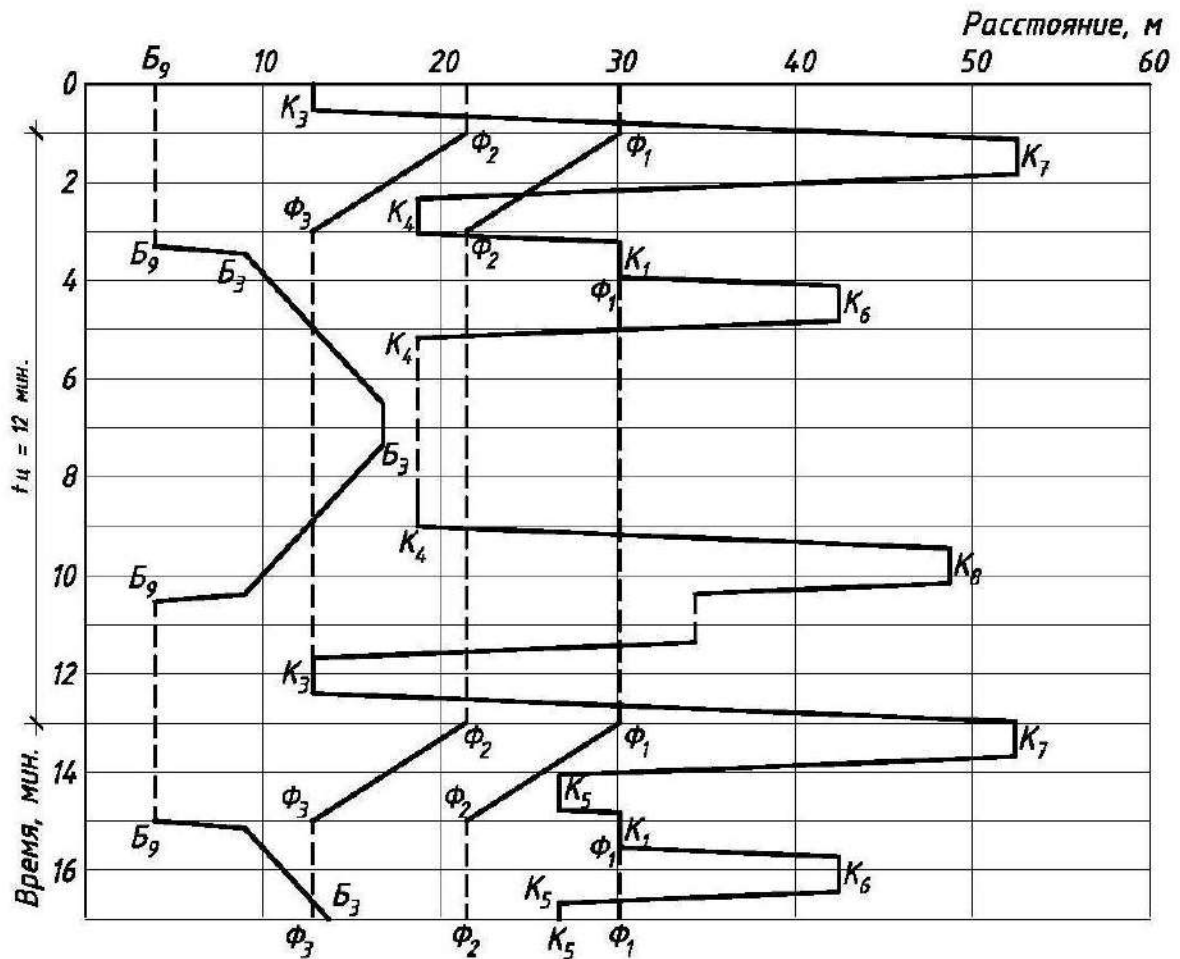
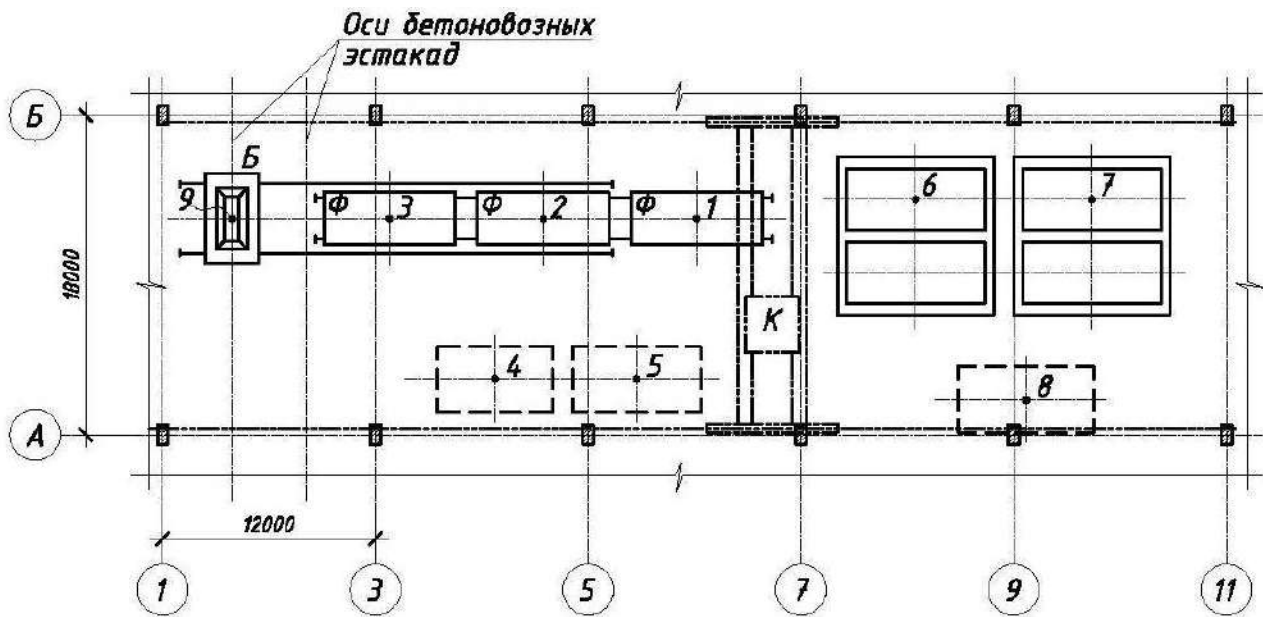
хронизацию производственного процесса в целом. Технологически синхронизированным является такой элементный процесс, длительность которого равна или кратна ритму выпуска продукции. Необходимо стремиться так распределить операции по отдельным постам, чтобы все элементные циклы были равны между собой. Для технологической синхронизации элементных процессов возможны: передача отдельных операций в состав смежных элементных процессов, объединение нескольких постов в один, изменение числа исполнителей. В отдельных случаях может оказаться целесообразной замена принятого оборудования, изменение количества механизмов или разработка специальных приспособлений.

Технологический процесс признается организационно синхронизированным, когда его исполнители заняты в период рабочего ритма полностью. О достигнутой синхронизации судят по длительности элементных циклов и занятости рабочих в течение ритма, которые приводятся в операционном графике.

В технологических процессах, как правило, принимают участие несколько машин, зоны действия которых расположены в одной плоскости. В процессе проектирования необходимо обеспечить четкое взаимодействие всех механизмов. Для согласования работы оборудования технологической линии во времени и пространстве наиболее удобен способ графоаналитического моделирования. Четкого взаимодействия в работе механизмов и звеньев рабочих при этом достигают в процессе построения и оптимизации циклограммы – графической модели работы проектируемого технологического процесса (рисунок 6).

Построение циклограммы работы основного оборудования технологической линии производится по определенным правилам и выполняется в следующей последовательности.

Вычерчивается расчетная схема – план технологической линии. Если в пролете расположено несколько линий, и они обслуживаются одним механизмом, например, мостовым краном, то циклограмму строят для всего пролета.



1, 2, 3 - посты формования изделий; 4, 5 - то же, подготовки форм; 6, 7 - камеры тепловой обработки; 8 - пост контроля готовой продукции; 9 - пост загрузки бетоноукладчика бетонной смесью; Б - бетоноукладчик; К - мостовой кран; Ф - формы.

Рисунок 6 – Циклограмма работы технологического и транспортного оборудования

На начальном этапе используются компоновочные схемы постов, их размещают в пролете и вычерчивают в масштабе.

На плане линии каждый центр поста обозначается расчетной точкой, которой присваивается определенный номер, все механизмы на циклограмме обозначаются буквами (см. рисунок 6). Под планом цеха располагают циклограмму. По оси абсцисс откладывают расстояние в метрах, а по оси ординат – время в минутах. При вычерчивании циклограммы следует предусмотреть масштаб оси ординат, обеспечивающий возможность построения работы механизмов в течение более одного цикла работы технологической линии.

Работа машины на циклограмме изображается линией, которая фиксирует местонахождение механизма в каждый момент времени. Аналогично проецируется перемещение и объектов производства – форм, готовых изделий и др. Проекция любой линии на ось абсцисс показывает, какое расстояние проходит машина. Если линия циклограммы проецируется на ось абсцисс в точку, следовательно, машина стоит или работает, не перемещаясь по длине цеха. Проекция линии на ось ординат показывает время работы или простоя механизма. Все линии на циклограмме должны начинаться на оси абсцисс и не прерываться до конца циклограммы. Линии циклограммы имеют определенный угол наклона к оси ординат. Тангенс угла наклона выражает скорость движения и, следовательно, чем больше угол, тем выше скорость и меньше времени затрачивается на перемещение объекта.

Для построения циклограммы из расчетных точек проводят линии, параллельные оси ординат. Полученные ранее расчетные длительности операций откладывают на линиях соответствующего поста в определенном масштабе времени и последовательности, регламентированной операционным графиком. Точки начала и конца механизированной операции обозначают буквами и индексом, соответствующим машине, которая должна выполнять работу, и номер поста, на котором выполняется работа. Например: Б₃ – бетоноукладчик на посту № 3.

Линии, соединяющие точки, фиксирующие время и место нахождения механизма, отражают работу машины. На циклограмме последовательно, начиная с оси абсцисс, соединяют все точки, относящиеся к одному механизму. При вычерчивании линий, обозначающих перемещение механизма, следят, чтобы угол наклона их к оси ординат соответствовал технической возможности скорости движения этого механизма. Линии, обозначающие движение механизмов, работающих в одной плоскости, не должны находиться друг от друга на расстоянии меньшем, чем это позволяют габариты машины.

Таким способом изображают работу всех механизмов с учетом выполнения ручных операций.

В процессе построения циклограммы производится увязка работы механизмов и звеньев рабочих. При этом возможны случаи, когда предусмотренная операционным графиком работа не может быть выполнена в планируемый момент. Например, съем изделия с помощью мостового крана на данном посту нельзя осуществить, так как в это время кран выполняет работу на другом посту. В этих случаях изменяют первоначальный вариант операционного графика. Согласованные операционный график и циклограмма работы механизмов представляют окончательную модель проектируемого технологического процесса.

Циклограмма позволяет получить наиболее целесообразную схему организации процесса, учитывающую все условия производства. Оптимизированная, увязывающая работу механизмов и звеньев рабочих, циклограмма обеспечивает минимальную продолжительность технологического процесса.

По полученной циклограмме определяют длительность ведущего элементного цикла и необходимое количество машин, что позволяет приступить к следующему этапу технологического проектирования – расчету проектной производительности технологической линии, потребности в ресурсах, сырье и комплектующих материалах.

3 Правила оформления отчета по практическим работам

3.1 Индивидуальный отчет по выполненной работе составляется на стандартных листах писчей бумаги формата А4.

Оформление текстовой части отчета должно соответствовать требованиям ГОСТ 2.105-95 [5], а графической части – ГОСТ Р 21.1101-2013 [6].

Текстовая часть отчета компоуется в соответствии с рекомендациями, приведенными в п. 3.3. Отчет должен иметь титульный лист установленной формы, после титульного листа помещается оглавление с указанием номера страниц каждого раздела.

3.2 Отчет излагается сжатыми и четкими формулировками без лишних подробностей и повторений. Все принятые в расчетах данные (характеристики оборудования, коэффициенты, размеры) должны обосновываться ссылками на источники, которые приводятся в перечне использованной литературы.

Текст разделов разделяется на подразделы и пункты. Разделы должны быть пронумерованы арабскими цифрами в пределах всего отчета. Подразделы следует нумеровать арабскими цифрами в пределах каждого раздела. Номер подраздела должен состоять из номера раздела и номера подраздела, разделенных точкой.

Пункты нумеруются арабскими цифрами в пределах подраздела.

Например: 3.2.4 - четвертый пункт второго подраздела третьего раздела.

Рисунки, схемы нумеруются последовательно в пределах всего отчета арабскими цифрами.

Каждая таблица должна иметь содержательный заголовок, который помещается под словом "Таблица". Таблицы нумеруются в пределах всего отчета.

В отчете после основной текстовой части приводится библиографический список, куда включаются все использованные источники. Источники следует помещать в порядке появления ссылок в тексте. При ссылке в тексте на источ-

ник документальной информации следует приводить порядковый номер по списку литературы, заключенный в квадратные скобки.

3.3 Индивидуальный отчет по практической работе составляется по следующему плану:

Введение

1 Продукция технологического комплекса

2 Функциональная технологическая схема

3 Расчет длительности элементного цикла

4 Расчет длительности производственного процесса изготовления железобетонных изделий

Во введении определяется цель работы, приводятся сроки выполнения, оценивается её актуальность и связь с учебным процессом.

При описании продукции, принятой к производству, излагают основные характеристики базовых изделий и технологические условия их производства.

Во втором разделе приводятся функциональные схемы и краткое описание технологического процесса. Характеризуется основное технологическое оборудование, призванное выполнить установленные технологические режимы обработки.

В разделах 3 и 4 помещают все расчеты и схемы, используемые при определении длительности технологического процесса. Итоговым документом в третьем разделе является операционный график, в четвертом – циклограмма работы технологического оборудования.

Библиографический список

- 1 Касторных Л.И. Проектирование предприятий по производству товарного бетона и сборного железобетона. Часть I: учебное пособие. – Ростов н/Д: Рост. гос. строит. ун-т, 2014. – 130 с.
- 2 Касторных Л.И. Проектирование предприятий по производству товарного бетона и сборного железобетона. Часть II: учебное пособие. – Ростов н/Д: Рост. гос. строит. ун-т, 2014. – 171 с.
- 3 Общесоюзные нормы технологического проектирования предприятий сборного железобетона. ОНТП 07-85 /Минстройматериалов СССР. – М.: Стройиздат, 1986. – 51 с.
- 4 Производство сборных железобетонных изделий: справочник/Г. И. Бердичевский [и др.]/под ред. К. В. Михайлова, К. М. Королева. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 1989. – 447 с.
- 5 ГОСТ 2.105-95 ЕСКД. Общие требования к текстовым документам.
- 6 ГОСТ Р 21.1101-2009 СПДС. Основные требования к проектной и рабочей документации.

Редактор

Темплан 2016 г., поз.

Подписано в печать 2016

Формат 60x84/16. Бумага писчая. Ризограф.

Уч.-изд. л. Тираж экз. Заказ

Редакционно-издательский центр

Донского государственного технического университета

344022, Ростов-на-Дону, ул. Социалистическая, 162

© Донской государственный
технический университет, 2016