



ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
УПРАВЛЕНИЕ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ И ПОВЫШЕНИЯ
КВАЛИФИКАЦИИ

Кафедра «Технологии вяжущих веществ, бетонов
и строительной керамики»

Практикум

по дисциплине

«Проектирование предприятий
строительных изделий и конструкций»

«Расчет длительности элементных циклов на постах конвейерной линии»

Автор
Касторных Л.И.

Ростов-на-Дону, 2017

Аннотация

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

Автор

к.т.н., доцент кафедры «Технологии вяжущих веществ, бетонов и строительной керамики»
Касторных Л.И.





Оглавление

Введение	4
1 Продукция технологического комплекса.....	5
2 Функциональная технологическая схема производства .	7
3 Расчет длительности элементных циклов	12
4 Расчет производительности и трудоемкости процесса изготовления изделий	16
Библиографический список	18

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 6.3-6А_тVIТ-Н,
где ПГ – плита без проема в полке для глухих участков покрытия;

6.3 – размеры плиты, м;

6 – шестая несущая способность;

А_тVI – класс напрягаемой арматурной стали;

Т – тяжелый бетон;

Н – предназначена для работы при агрессивной степени воздействия газовой среды

Чертеж изделия представлен на рисунке 1.

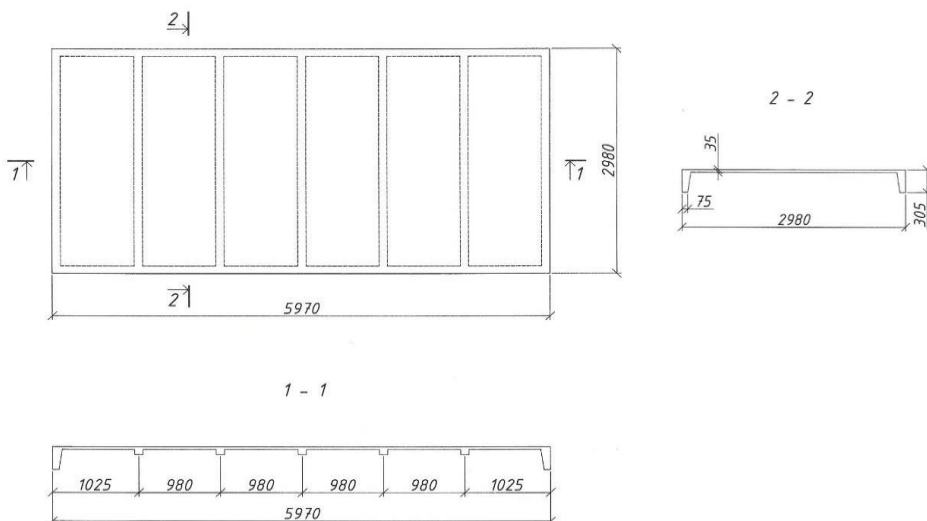


Рисунок 1 – Плита ребристая ПГ 6.3-6А_тVIТ-Н

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 _r 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.

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

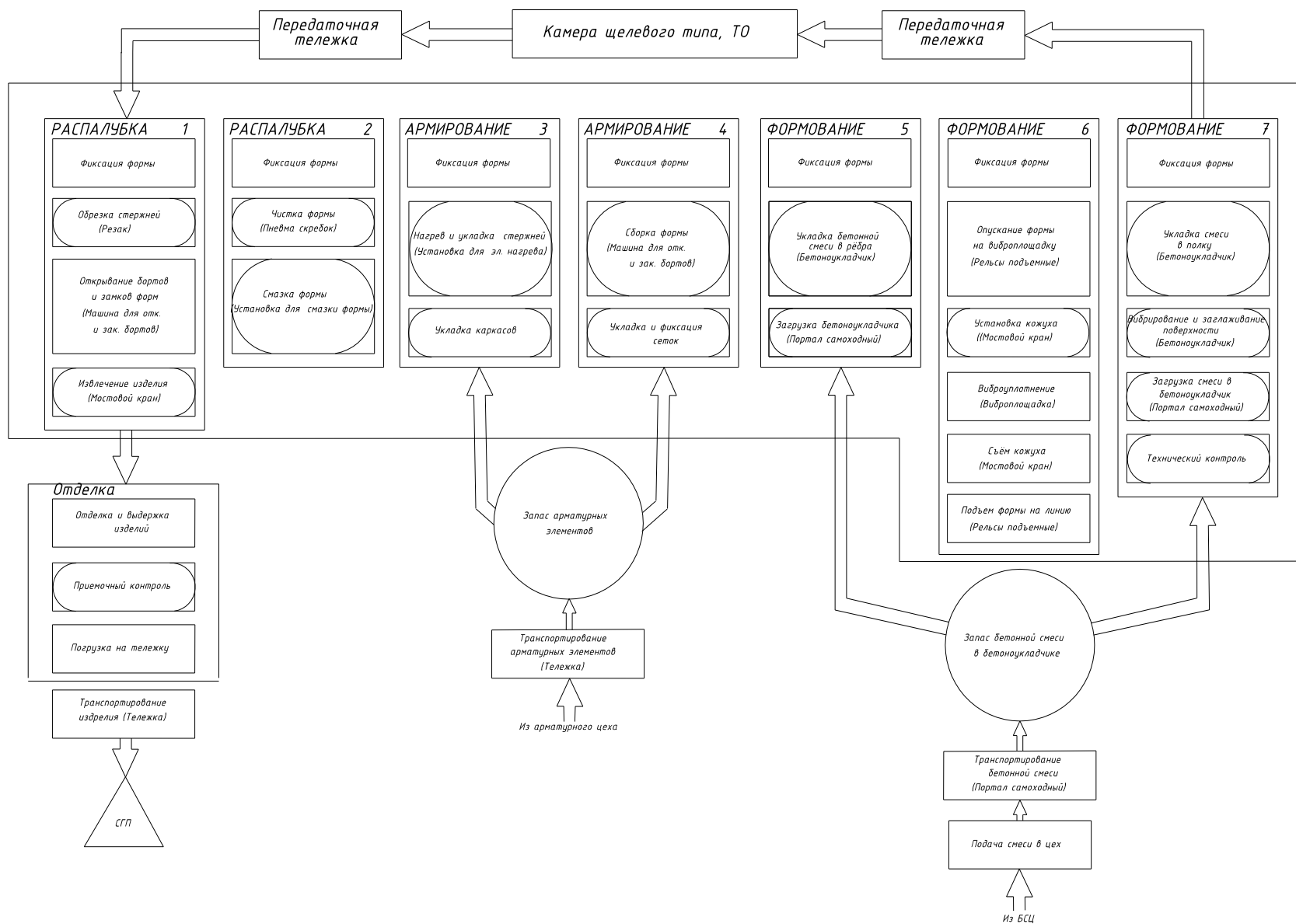


Рисунок 2 – Функциональная технологическая схема производства плит

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;

Расчет длительности элементарных циклов на постах конвейерной линии

- 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.

План на отм. 0.000

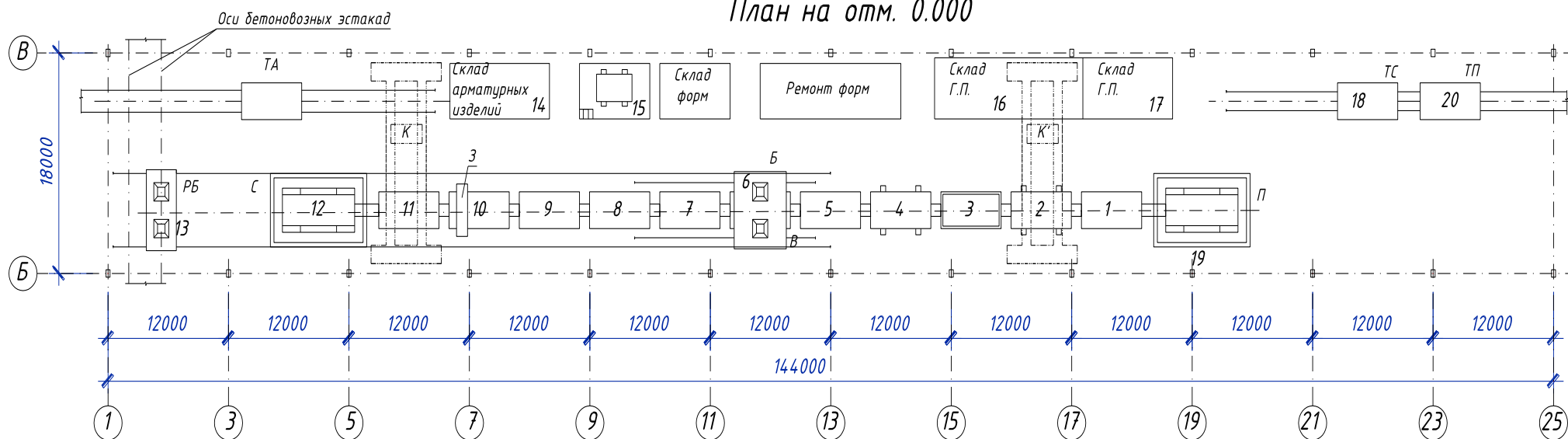


Рисунок 3 – Компоновочная схема конвейерной линии по производству плит

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	Дли т., 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																		
	Фиксация формы	Привод конвейера	Оператор	4	1	0,5	0,5																		
№1	Обрезка стержней	Резак	Резчик	4	1	6	6																		
	Открытие бортов и замков формы	Машина для откр. бортов	Бетонщик	4	1	4	4																		
	Извлечения изделия из формы	Кран мостовой	Крановщик	5	1	2	2																		
№2	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																		
№2	Чистка формы	Пневмоскребок	Формовщик	3	1	10	10																		
	Смазка формы	Установка для смазки формы	Оператор	4	1	3,5	3,5																		
№3	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																		
№3	Нагрев и укладка стержней	Установка для эл. нагрева	Арматурщик	4	2	12	6																		
	Укладка и фиксация каркасов	Кран мостовой	Арматурщи	4	2	12	6																		
№4	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																		
№4	Сборка формы	Машина для отк. и зак. бортов	Бетонщик	4	1	4	4																		
	Укладка и фиксация сеток	Кран консольный	Арматурщик	4	2	16	8																		
№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																		
№5	Укладка бетонной смеси в рёбра плиты	Бетоноукладчик	Оператор	4	1	6	3+3																		
	Загрузка бетоноукладчика	Портал самоходный	Оператор	4	1	5	5																		
№6	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																		
№6	Опускание формы на виброплощадку	Рельсы подъёмные	Оператор	4	1	1	1																		
	Установка звукоизолирующего кожуха	Мостовой кран	Крановщик	4	1	1,5	1,5																		
№6	Виброуплотнение	Виброплощадка	Оператор	4	1	1,5	1,5																		
	Подъём звукоизолирующего кожуха	Кран мостовой	Крановщик	4	1	1,5	1,5																		
№7	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																		
№7	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																		
Перед. пост	Приём формы на линии	Тележка передаточная	Оператор	4	1	3,5	3,5																		
	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

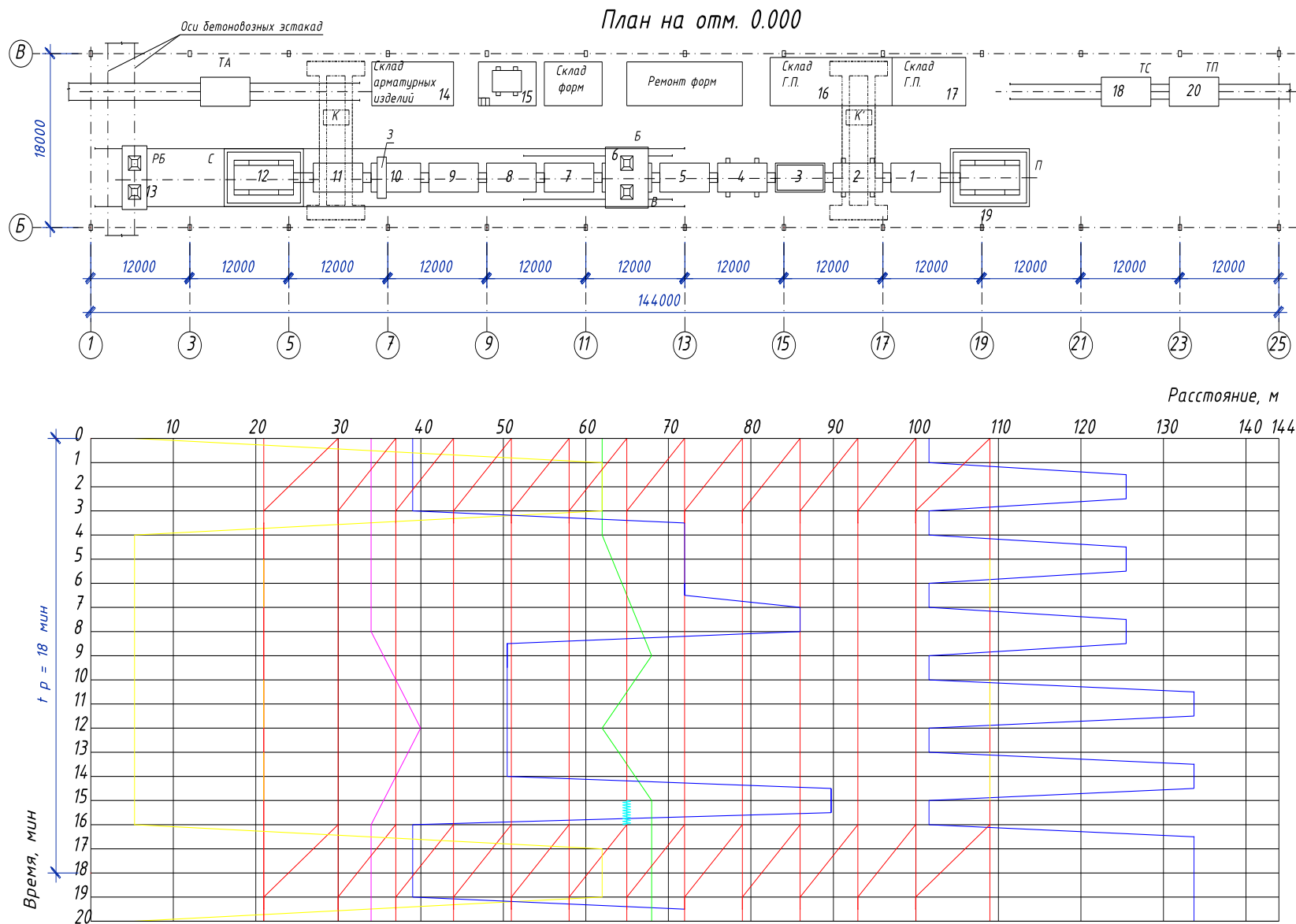


Рисунок 5 – Циклограмма работы технологического оборудования на конвейерной линии по производству плит

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.

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

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

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 (m^3 , m^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 «холодных» ходов в начале каждых рабочих суток ($\alpha = 0,90 - 0,96$);

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

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

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.

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

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.