

АННОТАЦИЯ

Чжан Цзыхэн *Дипломная работа:*
Реконструкция линии по
производству железобетонных
преднапряженных аэродромных
плит на заводе ЖБИ-1 г.
Челябинска
Челябинск: ЮУрГУ, Стр.мат.,
2021, 130с., 20 ил., 16 табл.
Библиографический список – 20
наименования.

В выпускной квалификационной работе представлен проект технологической линии по производству железобетонных преднапряженных аэродромных плит на заводе ЖБИ-1 г. Челябинска. Выполнен подбор оборудования, проведены расчеты агрегатно-поточной линии, теплотехнические расчеты ямной камеры.

					<i>08.03.01.2021.244.00.00.ПЗ</i>			
<i>Изм</i>	<i>Дата</i>	<i>№ докум.</i>		<i>Дата</i>	<i>Реконструкция линии по производству железобетонных преднапряженных аэродромных плит на заводе ЖБИ-1 г. Челябинска</i>	<i>Литера</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Разраб.</i>	<i>Чжан цзыхэн</i>					<i>КП</i>	<i>16</i>	<i>130</i>
<i>Проверил</i>	<i>Погорелов С.Н.</i>					<i>ЮУрГУ (НИУ) Кафедра «Строительные материалы и изделия»</i>		
<i>Нормоконтр.</i>	<i>Черных Т.Н.</i>							
<i>Зав. каф.</i>	<i>Орлов А.А.</i>							

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	5
1 АРХИТЕКТУРНАЯ ЧАСТЬ	6
1.1 Описание предприятия	6
1.2 Описание планирования завода.....	10
2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ	12
2.1 Описание технологии	12
2.2 Данные для расчета.....	14
2.3 Номенклатура продукции	17
2.4 Приемка.....	29
2.5 Методы контроля	32
2.6 Транспортирование и хранение.....	34
2.7 Режим работы предприятия	36
2.8 Состав бетона, используемого в изделии	37
2.9 Технологические расчеты при поточно-агрегатном способе производства.....	44
2.10 Определение количества технологических постов на поточных технологических линиях	54
2.11 Определение площади технологической линии	56
2.12 Определение числа работающих	58
2.13 Проектирование склада готовой продукции.....	61
3 МЕХАНИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ.....	63
3.1 Описание работы виброплощадки СМЖ-187А	63
3.2 Расчет виброплощадки СМЖ-187А.....	66
3.3 Другая техника и оборудование в производственном процессе.....	69
4 ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ	73
4.1 Исходные данные.....	74
4.2 Материальный баланс.....	77
4.3 Тепловой баланс.....	78

5	АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА	86
5.1	Общие сведения	92
6	ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА	103
6.1	Описание технологического процесса.....	103
6.2	Режим работы предприятия	107
6.3	график технологического процесса	108
6.4	Циклограмма работы машин технологического оборудования.....	113
6.5	Расчет уровней механизации и автоматизации	115
7	БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ.....	119
	ЗАКЛЮЧЕНИЕ	128
	БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	129

ВВЕДЕНИЕ

Из-за низкого качества асфальтового покрытия возникло существование бетонных дорожных плит. Потому что создание надежной и прочной транспортной сети очень важно для страны. Среди них наиболее выдающимся показателем по всем параметрам является бетонная плита, использованная для покрытия аэропорта ПАГ. Потому что бетонная плита, используемая в аэропорту, должна выдерживать больший вес, чем бетонная плита, используемая на дороге.

Бетонная плита аэропорта ПАГ изготовлена из морозостойкого высокопрочного бетона, способного выдерживать большие нагрузки, представляет собой сборную предварительно напряженную бетонную плиту дорожного покрытия.

Плиты перекрытия аэропорта сделаны из тяжелого бетона. Этот тип предварительно напряженных бетонных плит используется для строительства постоянных или временных площадок аэропортов и сборных покрытий взлетно-посадочных полос. Кроме того, этот тип покрытия используется для автомагистралей и больших терминальных зон, где необходимо использовать транспортные средства очень высокой грузоподъемности, прочность и долговечность которых отличается от обычного дорожного покрытия. В нормальных условиях предварительно напряженные бетонные аэропортовые плиты могут также использоваться для установки башенных кранов.

С точки зрения степени износа дороги, бетонные плиты для аэропортов будут более прочными, надежными и безопасными. Их можно разместить на земле за короткое время. Одно из главных преимуществ бетонной плиты для аэропортов - возможность многократного использования. Бетонная плита для аэропортов отличается высокой прочностью и длительным сроком службы, поэтому люди выбирают ее.

1 АРХИТЕКТУРНАЯ ЧАСТЬ

1.1 Описание предприятия

Завод ЖБИ-1 - одно из крупнейших предприятий России по производству железобетонных изделий более трех с половиной тысяч наименований.

В 1954 году началось строительство первого цеха конвейерного производства, которое было объявлено ударной комсомольской стройкой, и уже в 1958 году, в канун Дня строителя, выдана первая продукция завода: многопустотные плиты перекрытий, плиты промышленных зданий, дорожные плиты. А 1961 год знаменателен тем, что начат выпуск деталей крупнопанельных пятиэтажных домов.

В последующие годы производственные площади завода существенно расширяются, соответственно увеличивается объем и номенклатура изготавливаемых изделий. При этом уделяется большое внимание реконструкции действующих производств с учетом прогрессивных научно-технических достижений. Стремительно растет уровень автоматизации и механизации производственных процессов.

В 1974 году проведено техническое перевооружение всех цехов крупнопанельного производства на массовый выпуск деталей для девятиэтажных домов.

В 80-е годы в нашей стране были разработаны новые технологические кассетно-конвейерные линии по производству железобетонных изделий. Этот завод одним из первых применил данные технологии при серийном выпуске панелей перекрытия, внутренних стен. Эти прогрессивные по тем временам технические решения позволили значительно повысить культуру производства и качество выпускаемой продукции!

По сравнению с другими бетонными изделиями, поскольку это формованный продукт, его можно использовать непосредственно без

процесса твердения после укладки, поэтому предварительно напряженная бетонная плита для аэропортов очень удобна в использовании. Плиты из предварительно напряженного бетона могут использоваться не только в аэропортах, но также на дорогах и других объектах, что показывает, что рыночный потенциал предварительно напряженных бетонных плит также велик. Производственные мощности предприятия:

Производственные площади завода: 14 300 м³

Площадь производства: 55 000 м²

Мощность производства: 35500 м³

Завод имеет высококачественную линию по производству предварительно напряженного бетона. Производственная линия представляет собой роликовый конвейер с 16 станциями и 30 поддонами, размер каждого поддона 3,5 x 10 метров. Такая линия может соответствовать условиям производства предварительно напряженных бетонных плит для аэропортов. Эта производственная линия включает в себя :

- автоматическую линию подачи бетонной смеси
- два бетоноукладчика
- гидравлическую виброплощадку
- порталную установку для затирки поверхности бетона
- камеру тепловой обработки
- кантователь
- передаточная тележка
- телега для вывоза готовой продукции
- порталная установка для загрузки и выгрузки поддонов

Затем на заводе есть цех по производству предварительно напряженных бетонных плит, вентиляционных блоков, балок и колонн. Оборудование может производить изделия длиной 6 400 мм, толщиной от 160 до 250 мм и высотой 3500 мм.

Кроме того, в 2012 году строительная лаборатория была одобрена ФГУ «Челябинский областной центр стандартизации, метрологии и испытаний» и обеспечила лабораторию измерительными возможностями в следующих областях:

Цементный тест

Стенд испытательный большой ГОСТ 8269.0-97;

Стенд малогабаритный ГОСТ 8735-88;

Образцы бетона и растворов;

Контроль сварных соединений ГОСТ 10922-2012;

Согласно ГОСТ 12004-81 испытание на растяжение стальных стержней.

Работа этих производственных линий и сертификация лаборатории создали для нас благоприятные условия для производства предварительно напряженных бетонных плит для аэропортов.

климатическая характеристика района

Объект строительства – здание промышленного назначения, предназначенный для производства железобетонных мостовых изделий. Участок находится в Челябинской области, города Челябинска, Калининский район, ул. Героев Танкограда, 1-а. На заводе ЖБИ-1 г. Челябинск.

Расчетные параметры наружного воздуха:

- температура наружного воздуха наиболее холодной пятидневки, обеспеченностью 0,92: -34°C;

- продолжительность периода со средней суточной температурой воздуха равной или ниже 8°C: 218 суток;

- средняя температура периода со средней суточной температурой воздуха равной или ниже 8°C: -6,5 °C;

- максимальная скорость ветра за январь: 4,5 м/с.

Согласно [1, табл. А.1] площадка строительства относится к климатическому подрайону 1В.

В соответствии со СНиП 23-02-2003 «Тепловая защита зданий» зона влажности территории России - сухая.

Влажностный режим помещений здания: нормальный, т.к. $t_{в} = 20^{\circ}\text{C}$,
 $\varphi = 50\text{-}60\%$,

Условия эксплуатации конструкций: А

Нормативная глубина сезонного промерзания грунта: 1,8 м.

Нормативное значение ветрового давления II ветрового района: 0,3 кПа.

Расчетное значение веса снегового покрова на 1 м² горизонтальной поверхности земли для III снегового района: 1,8 кПа.

Согласно инженерно-геологическим изысканиям в геологическом строении участка строительства принимают участие следующие инженерно-геологические слои:

ИГЭ №1 Насыпной грунт (tQIV)

ИГЭ №2 Суглинок бурый, полутвердый (αQ)

ИГЭ №3 Глина пестроцветная, полутвердая (αN)

ИГЭ №4 Суглинок по гранитоидам зеленовато-желтый (εMZ)

Установившийся уровень грунтовых вод зафиксирован на глубинах 10.512.80 м (абсолютные отметки 236,0-236,80). Воды неагрессивны к бетонам марки W4 по водопроницаемости.

1.2 Описание планирования завода

На участке развитая инфраструктура, автомобильные дороги, с твердым покрытием, действующие железнодорожные пути.

Основой для разработки компоновки здания предприятия «ЖБИ-1» является функциональная схема и график производственного процесса, в соответствии с которыми должно обеспечиваться независимое и при необходимости последовательное прохождение заводских транспортных средств в соответствии с производственным процессом.

Здания и сооружения размещены на участке в соответствии с функциональными и технологическими требованиями.

Въезды – выезды на территорию завода осуществляются со стороны ул. Героев Танкограда. Участок ограждается забором. Территория завода благоустраивается и озеленяется.

Рельеф участка имеет склон с падением в западном направлении. Вертикальная планировка участка решена в увязке с прилегающей территорией.

К зданиям и сооружениям запроектированы проезды шириной 7,5-9,5м. покрытие проездов и площадок бетонное. На территории комплекса запроектирована однопутная, тупиковая железнодорожная ветвь.

Доставка сырья в производственный корпус со складов производится посредством кранового транспорта, а вывоз с территории завода - ж/д транспортом.



Рисунок 1 - Генплан завода

Согласно плану предприятия, в состав Челябинского завода «ЖБИ-1»

ВХОДЯТ:

Таблица 1 - Ведомость зданий и сооружений

№ на плане	Наименование и обозначение	№ на плане	Наименование и обозначение
1	Проектируемый цех	12	БСЦ-2
2	Формовочный цех N1	13	АБК
3	Формовочный цех N2	14	Ж/Д депо и склад цемента
4	Склад готовой продукции N1	15	Котельная
5	Склад готовой продукции N2	16	2-ух этажная парковка
6	БСЦ-1	17	Склад подзем. горючего
7	Заводоуправление	18	КПП
8	Формовочный цех N4	19	Управление
9	Склад заполнителей N1	20	Площадка для разворота пожарных машин
10	Профком	21	Гипсовый завод
11	ЦРП	22	Склад заполнителей

2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

2.1 Описание технологии

На заводе предварительно напряженные бетонные плиты аэропортов изготавливаются в соответствии с требованиями ГОСТ 25912 и сертифицированы на соответствие требованиям нормативных документов и технической документации.

Согласно СНиП 3.09.01-85 преднапряженные плиты для аэродромных покрытий следует формировать, как правило, на агрегатно-поточных, полуконвейерных и конвейерных линиях. Для изготовления предварительно напряженных бетонных плит для аэропортов мы выбираем агрегатно-поточный.

На заводе используются следующие методы производства:

При производстве по методу заполнителя продукт формируется на виброплатформе или в специально оборудованном агрегате - включая машину для изготовления формы (обычно виброплощадку), машины для распределения бетонной смеси по формам (бетоноукладчики со скользящими формами).

С помощью мостового крана переместите формованные изделия в форму в помещение для термообработки бетона для упрочнения.

Последняя стадия заключается в извлечении продукта из камеры термообработки и извлечении его из пресс-формы в предназначенном для этого месте.

Методы изготовления железобетонных изделий завода были выбраны в соответствии с требованиями СНиП 3.09.01-85 и других руководящих документов.

В настоящее время методы производства, обычно используемые на заводах, являются:

1. Чистка и смазка форм

2. Сборка форм
3. Установка армокаркасов
4. Укладка бетона
5. Термообработка изделий
6. Подача формы на пост сборки-распалубки
7. Доводка изделия, маркировка и сдача ОТК
8. Вывоз изделий на склад готовой продукции

Преимущества производственной линии:

-Непрерывный производственный процесс и четкое выполнение всех этапов работы могут предотвратить остановку производства.

-Профессиональный процесс трудоустройства на стандартные и профессиональные должности обеспечивает более высокую эффективную производительность труда и создает предпосылки для полной автоматизации и механизации управления производственным процессом.

-Надежность производственного процесса позволяет повысить эффективность использования технического оборудования, формовочного оборудования и т. Д.

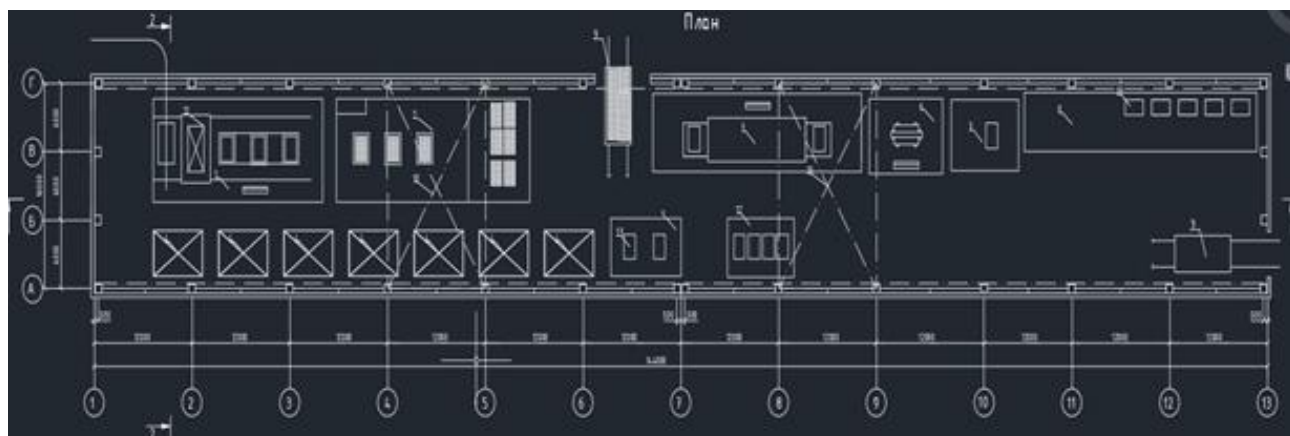


Рисунок 2-Линия производства предварительно напряженных бетонных плит аэропорта

- 1.Пост формования
- 2.Пост армирования

- 3.Пост чистки, смазки и сборки форм
- 4.Камеры ТВО
- 5.Пост распуска лубки
- 6.Стенд для испытаний плит нагружением
- 7.Пост приемки и маркировки
- 8.Пост выдержки готовой продукции
- 9.Самоходная тележка
- 10.Мостовой кран
- 11.Бетоноукладчик
- 12.Пост складирования форм
- 13.Готовое изделие

2.2 Данные для расчета.

По толщине плиты их можно разделить на множество типов. Прочность на сжатие бетона, используемого в плите аэропорта ПАГ-14, составляет не менее 300 кгс/см^2 (29,4 МПа) контрольная нагрузка кН. (кгс) комбинированная отпускная прочность ПАГ-18В 5400 (53,0) ПАГ-14В 3400 (33,3), соответствующая трещиностойкости бетона испытательной плиты. Поверхность плиты аэропорта рифленая.

Классификация предварительно напряженных бетонных плит аэропортов:

По толщине их можно разделить на:

ПАГ-14

ПАГ-18

ПАГ-20

Предварительно напряженные бетонные плиты для аэропортов можно разделить на несколько классов. Обычно они состоят из букв и римских цифр. Буквы и цифры разделяются дефисами. Первая группа содержит сокращенные буквенные названия плит - ПАГ (Предварительно напряженная

бетонная плита аэропорта). Эта категория содержит характеристики растяжения продольной арматуры и толщины пола в сантиметрах:

IV - Используемая марка арматуры - это, как правило, At-IV, At-IVC и A-IV марки арматурной стали.

V - Используемая арматура, как правило, относится к классам At-V и A-V.

Чтобы плиты были прочнее, их армируют стальными стержнями (из высококачественного металла, который становится очень прочным), что значительно улучшит трещины в железобетонной конструкции и уменьшит ее массу и показатель прогиба. Армирование плит осуществляется стальными стержнями, не растягивающимися в поперечном направлении, и стальными стержнями растяжения в продольном направлении.

Это следующие типы предварительно напряженных стальных стержней:

A-IV, At-IV, At-IVC, A-V, A-V

и стальные стержни без предварительного напряжения:

A-II, A-III, At-III

Данные для предварительно напряженной бетонной плиты аэропорта ПАГ-14:

-Длина = 6000 мм

-Ширина = 2000 мм

-Высота = 140 мм

-Геометрический объем =1,68 м.куб

-Вес = 4200 кг

Изготовлен из тяжелого бетона В30

Уровень морозостойкости бетона достиг F200.

Панели предварительно напряженной бетонной плиты аэропорта соответствуют требованиям ГОСТ 25912 .

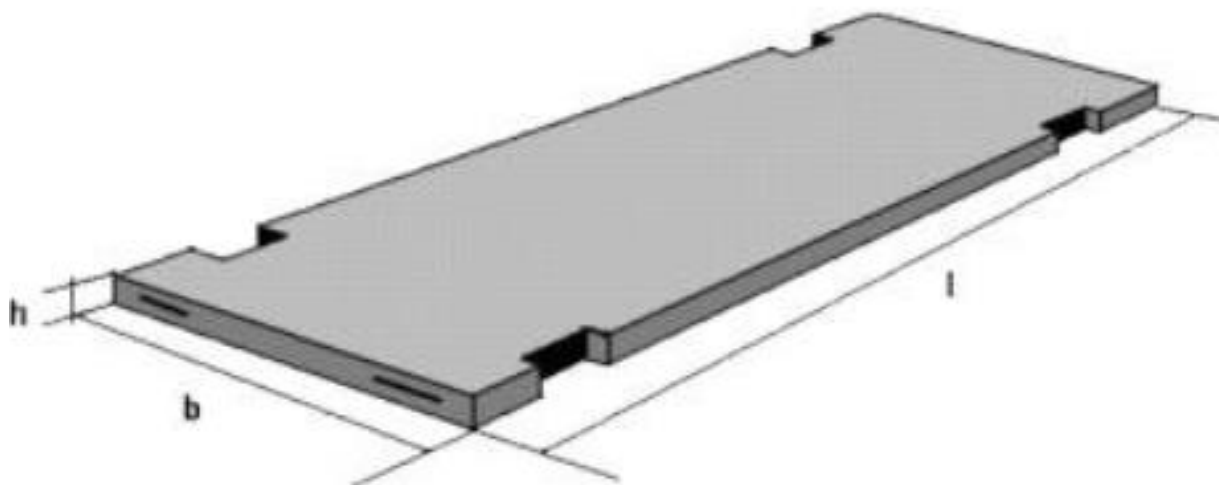


Рисунок 3-Плита аэропорта из предварительно напряженного бетона ПАГ-14

Плита аэродромная ПАГ-14
Габариты, мм (L*В*Н): 6000*2000*140
Масса, кг: 4200

При изготовлении предварительно напряженных бетонных плит для аэропортов необходимо добавлять стальные стержни. Стальные стержни классов А-III, А-II и AI, должны отвечать требованиям, которые указаны в документации для конкретного строительного проекта, марка или бренд указывают при заказе предварительно напряженных железобетонных плит для аэропортов.

Растяжение стальных стержней предварительно напряженной бетонной плиты аэропорта должно производиться механическим или электротермическим способом.

Используемая смазка опалубки не может оказывать вредного воздействия на бетон. Смазка должна быть равномерно нанесена на поверхность поддона формы тонким и равномерным слоем, а излишки смазки, образовавшиеся в некоторых местах, должны быть удалены, чтобы облегчить процесс извлечения из формы после завершения изготовления.

При выпуске продукции предварительно напряженные железобетонные плиты должны испытываться партиями в строгом соответствии с требованиями ГОСТ 13015.1.

Поскольку вся партия изготавливается из предварительно напряженных бетонных плит, завод должен производить материал одного типа и качества не более чем за один день, используя одну и ту же технику. При проведении приемо-сдаточных работ следует испытывать не более 200 единиц продукции на партию. Прочность бетона измеряют из серии образцов бетонной смеси состава по ГОСТ 10180 и хранящейся в условиях ГОСТ 10105 в виде контрольной пробы.

Согласно ГОСТ 17624, отпускная и фактическая переданная прочность бетона, контролируемая неразрушающим методом, определяется ультразвуком, механическим устройством или другими методами по ГОСТ 22690.

Транспортировка и хранение предварительно напряженных железобетонных плит ПАГ-14 должны осуществляться согласно требованиям технических условий ГОСТ 13015.4 и ГОСТ 25912 .

2.3 Номенклатура продукции

Планируемым изделием является предварительно напряженная железобетонная аэродромная плита ПАГ-14, выполненная из тяжелого бетона размерами 6x2 м, предназначенная для изготовления сборных дорожных панелей аэропорта.

Таблица 2 –Характеристика изделия

Тип или марка изделия	Характеристика бетона				Объём бетона, м ³	Расход арматуры, кг			Масса изделия, кг	Допуски по размерам изделия, мм
	Всж	Rраст МПа	W	F		Напрягаемой	Ненапрягаемой	Всего		
ПАГ- 14	B30	31,4	8	F ₂ 200	1,68	72.6	70.4	143	4200	6

Требования к технологии

Соблюдаются требования ГОСТ 25912 и утвержденной в установленном порядке технической документации, содержащей требования к изготовлению плит на всех этапах производственного процесса, и плиты изготавливаются в соответствии с чертежами ГОСТ 25912 .

Предварительно напряженные железобетонные плиты должны быть изготовлены в форме, соответствующей требованиям к точности и качеству листов, указанным в ГОСТ 25912 .

Главные параметры и размеры

Основные размеры, а также форма предварительно напряженной бетонной плиты аэропорта должны быть такими, как показано на рисунке 3.

основной момент:

1. в 2-2 на рисунке 3 изделие звена и крепление М1 устанавливаются заподлицо с широкой поверхностью плиты, ширина плиты составляет 2000 мм.

2. в продольных кромках плит могут быть вырезаны углубления для автоматического захвата для подъема плит, размеры углублений 20x100x200 мм.

По соглашению между заводом и аэропортом допускается изготовление плит с отверстиями под монтажные мостики других размеров, чем показанные на рисунке 3, а также других конструкций монтажных мостиков, при условии, что не будет обеспечено различие в эксплуатационных характеристиках дорожного покрытия аэропорта.

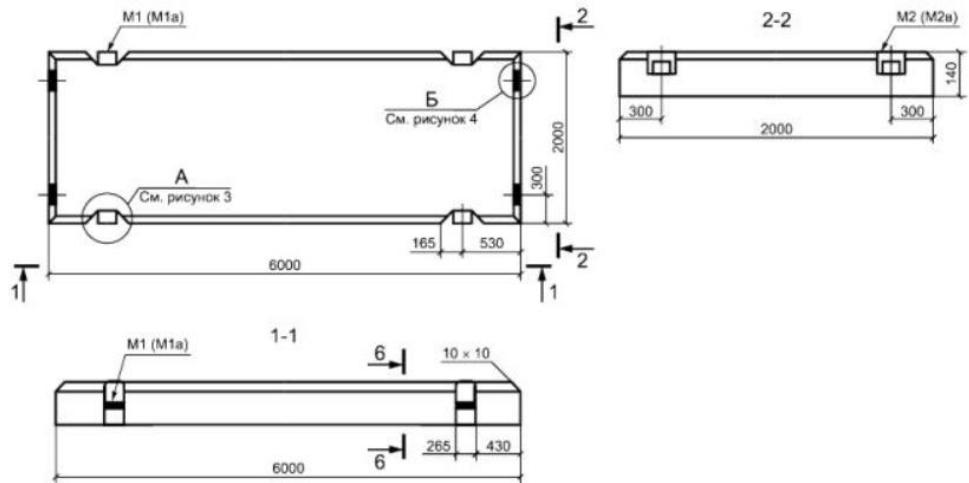


Рисунок 3-Форма и основные размеры плиты ПАГ-14

Предварительно напряженные железобетонные аэродромные плиты изготавливаются рабочей плоскостью "вверх". По договоренности между заводом и аэропортом допускается изготовление предварительно напряженных бетонных плит аэропорта рабочей плоскостью "вниз".

Согласно ГОСТ 8568, верхняя поверхность рабочей поверхности предварительно напряженной бетонной плиты аэропорта должна быть шероховатой, а нижняя поверхность плиты должна быть рифленой. (рисунок 4).

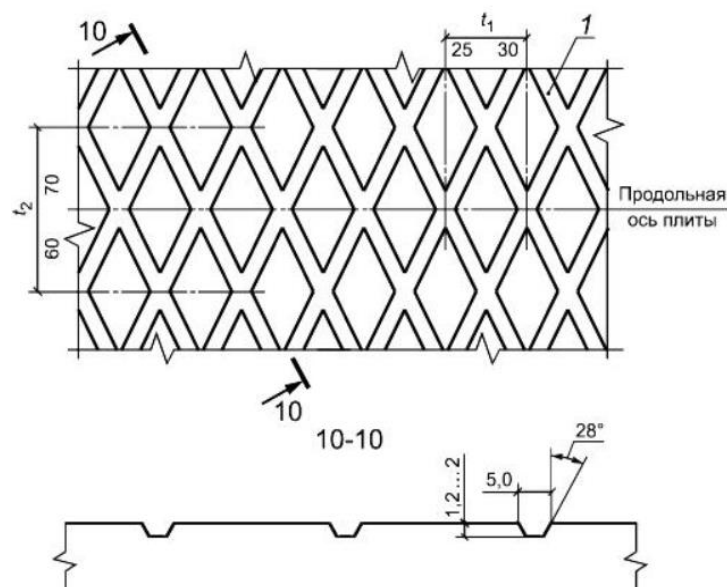


Рисунок 4-Рифление рабочей поверхности плиты

По соглашению между заводом и аэропортом разрешено производство преднапряженных железобетонных плит для аэропортов с глубиной рифления 1,2 мм. Однако при нормальном производстве глубина гофры должна быть более 1,5 мм.

Армирование предварительно напряженной бетонной плиты осуществляется при соблюдении следующих условий:

С предварительно напряженной арматурой в продольном направлении;

Ненапрягаемая арматура в поперечном направлении.

Предварительно напряженная арматура для предварительно напряженных бетонных плит аэропортов должна быть из арматуры класса At600, At600C и класса C.

Ненапрягаемая арматура должна быть выполнена из арматурной проволоки марок At600, At600C и C - 5400 кгс/см² (530 МПа) и Вр-1.

Требования по бетону

Бетон, используемый для предварительно напряженных бетонных плит аэропорта, должен быть тяжелым бетоном с плотностью от 2200 до 2500 кг/м³ в соответствии с требованиями ГОСТ 26633.

Бетон, используемый в предварительно напряженных бетонных плитах, должен соответствовать требованиям ГОСТ 18105, а фактическая прочность зависит от номинальной прочности бетона на изгиб и сжатие, передаточной и отпускной прочности и характеристик фактической однородности прочности бетона.

Для изготовления предварительно напряженных бетонных плит для аэропортов используйте бетон класса по прочности на изгиб и растяжение B_{btb} 4,0 и класса по прочности на сжатие В30. На практике фактическая прочность бетона на сжатие должна быть не менее 38,35 Мпа.

Номинальная передаточная прочность бетона составляет 70% от номинальной прочности бетона на сжатие.

Для испытания прочности предварительно напряженных бетонных плит контрольные образцы изготавливают из той же партии бетона и хранят в камере твердения при заданных условиях (ГОСТ 18105) и испытывают, когда срок хранения достигнет 28 суток (ГОСТ 13015.0).

Морозостойкость предварительно напряженных железобетонных плит аэропорта должна соответствовать требованиям проектной документации аэропорта.

Показатель морозостойкости бетона применяется для самого холодного месяца в среднем по региону (из СНиП 2.01.01):

до минус 5°C включ. — F100;

ниже минус 5°C до минус 15°C включ. — F150;

ниже минус 15°C — F200.

Водоцементное отношение бетонной смеси, используемой для изготовления преднапряженных бетонных плит, составляет 0,5.

В бетонных смесях масса добавки должна быть в пределах 5% от общей массы.

Использование химических добавок, таких как пластификаторы, при производстве предварительно напряженных железобетонных плит аэродромов

должно осуществляться в соответствии с ГОСТ 24211 для улучшения эксплуатационных характеристик продукции.

Определите портландцемент, который должен использоваться для бетонных покрытий аэропортов в соответствии с ГОСТ 10178.

Крупный и мелкий заполнители должны соответствовать ГОСТ 10268, причем крупный заполнитель должен иметь размер частиц не более 20 мм.

В качестве крупного заполнителя для предварительно напряженных бетонных плит использовались заполнители из природного камня по ГОСТ 8267, щебня по ГОСТ 10260, заполнители из попутной породы и отходов обогатительных фабрик по ГОСТ 23254, заполнители из шлака ТЭС по ГОСТ 8268 и заполнители из шлака ТЭЦ по ГОСТ 26644.

В качестве мелкого заполнителя при изготовлении предварительно напряженных бетонных плит применяют природный песок, дробленый и просеянный песок и их смеси, соответствующие требованиям ГОСТ 8736, а также золошлаковые смеси в соответствии с требованиями ГОСТ 25592.

Для крупного заполнителя в соответствии с требованиями, предъявляемыми к бетону, выбираются следующие показатели: средняя плотность крупного заполнителя должна быть в пределах от 2000 до 2800 кг/м³. состав и максимальный размер частиц, содержание пылевидных и глинистых частиц, прочность, форма частиц, вредные примеси, содержание частиц мягких пород, петрографический состав и радиационно-гигиенические свойства. Плотность, пустотность, водопоглощение, пористость также учитываются при выборе состава бетона.

При приготовлении бетонных смесей крупные заполнители должны использоваться в индивидуальном пропорциональном виде.

Для бетона, используемого при изготовлении предварительно напряженных железобетонных плит аэродромов, щебень, гравий и гравий из магматических и метаморфических пород не должен содержать более 1% по массе пыли и глинистых частиц.

Крупный заполнитель для производства предварительно напряженных бетонных плит не должен содержать более 35 % по массе зерен пластинчатой (лещадной) и игловатой.

При производстве бетона для преднапряженных железобетонных плит аэродромов гравий и щебень не должны содержать более 10% от общего веса слабых каменных частиц.

Морозостойкость крупных заполнителей должна быть не ниже нормированной марки бетона по морозостойкости.

Мелкие бетона выбираются заполнители для на основе гранулометрического состава, содержания глинистых частиц и пыли, радиации, санитарных свойств и литологического состава. При подборе состава бетона учитывают плотность, пустотность, водопоглощение (для дробленого и просеянного песка) и прочность на сжатие сырой породы в водонасыщенном состоянии (для дробленого и просеянного песка).

Средняя плотность частиц мелкого заполнителя должна составлять от 2 000 до 2 800 кг/м³.

Добавки в бетонные смеси для изготовления предварительно напряженных бетонных плит для аэропортов должны строго соответствовать соответствующим нормам.

Требования к воде

В воду для приготовления бетонной смеси не добавляют органические поверхностно-активные вещества, сахара или фенолы в количестве более 10 мг на литр.

Вода не должна нести жиры, нефтепродукты, масляные пленки и т.д.

Содержание в воде растворимых солей, ионов SO_4^{-2} , Cl^{-1} и взвешенных частиц не должно превышать предельных величин.

Кислотность воды не должна превышать 15 мг/л.

pH воды должен быть в пределах от 4 до 12,5 и не должен превышать этот диапазон.

Вода не должна содержать примесей, влияющих на характеристики бетона.

Использование промышленной и природной воды, загрязненной сточными водами, за исключением ионных примесей Cl^{-1} , допускается при условии, что качество бетона соответствует параметрам, указанным в проекте.

Требования к арматуре и монтажно-соединительной продукции

Для следующих классов арматура должна соответствовать классу, указанному в проектной документации для конкретной конструкции или классу, требуемому для проекта: арматура классов А-III, А-II и А-I, а также углеродистая сталь обыкновенного качества для изготовления установленных соединений.

Требования, которым должна соответствовать сталь:

стержневая арматурная сталь классов:

классов Ат800, Ат600С и Ат600 - ГОСТ 10884;

классов А800, , А400 и А240 - ГОСТ 5781;

классов В500С, А500С - действующим нормативным документам.

Натяжение напрягаемой арматуры

Натяжение напрягаемой продольной арматуры плиты следует осуществлять механическим или электротермическим способом.

Предварительно напряженная сталь должна быть растянута электрическим теплом в диапазоне 450 градусов Цельсия.

Виды предварительного напряжения арматуры в изделии и их значения напряжения:

At800 и A800 - 590 МПа (6000 кгс/см²);

At600, At600С и С - 530 МПа (5400 кгс/см²).

Отклонение значения напряжения для предварительно напряженной стали должно быть в пределах 10%.

Использование разделительных смазок, негативно влияющих на бетон, запрещено.

Смазка формы должна осуществляться путем нанесения тонкого, равномерного слоя на всю внутреннюю поверхность формы и предотвращения избытка смазки, образующейся на остальной внутренней поверхности.

Тепловая обработка для производства предварительно напряженных железобетонных плит отнесена к технической документации в руководящих указаниях СНиП 3.09.01 и должна строго соблюдаться.

Температура изотермического нагрева должна контролироваться на уровне 70°С или ниже.

Относительная влажность окружающей среды должна быть более 96% во время изотермического нагрева панелей в камере туннельного типа; в камере ямного типа она должна быть более 98%.

После того, как бетонная плита достигнет требуемой передаточной прочности, на бетон необходимо передать усилие сжатия (снимая напряжение в арматуре предварительного напряжения).

Требования к точности при производстве предварительно напряженных бетонных плит

Диапазон фактических значений отклонений для геометрических параметров предварительно напряженных железобетонных плит аэропорта указан в таблице 2.

Для производства высококачественных предварительно напряженных бетонных плит фактическое отклонение размеров (в миллиметрах) должно контролироваться в следующих пределах:

по длине ± 5 ;

по толщине $+3$;

Толщина защитного слоя железобетона не должна отклоняться от фактического значения на чертежах более чем на ± 3 мм

Концы предварительно напряженной арматуры должны выходить за торцевую поверхность предварительно напряженной бетонной плиты в пределах 5 мм.

Требования к внешнему виду и качеству поверхности предварительно напряженных бетонных плит

На рабочей поверхности предварительно напряженной бетонной плиты аэропорта не должно быть трещин.

Усадочные и технологические трещины шириной более 0,05 мм и длиной более 50 мм на нерабочих поверхностях и боковых сторонах предварительно напряженных железобетонных плит аэропортов запрещены.

Рифленая поверхность предварительно напряженной бетонной плиты аэропорта должна иметь четкий рисунок рифления и должна быть такой, чтобы не пробивать края рифлений.

Не допускается скол бетона на поверхности предварительно напряженной бетонной плиты аэропорта.

Размеры воронок, локальных углублений и пустот в поверхности бетона и углублений в ребрах бетонных плит указаны в таблице 3.

Таблица 3 - Действительные отклонения геометрических параметров плит

Вид отклонения геометрического параметра	Геометрический параметр	Предельное отклонение, мм
Отклонение от линейного размера	Длина плиты	±6
	Ширина плиты	±5
	Толщина плиты	+4
	Размер, определяющий положение выемок у монтажно-стыковых изделий	±5
	Размеры выемок у монтажно-стыковых изделий	±3
	Смещение монтажно-стыковых изделий:	
	вдоль грани плиты	5
	перпендикулярно к грани плиты	2
	по высоте плиты	3
Отклонение от прямолинейности	Прямолинейность профиля поверхности и боковых граней:	
	в любом сечении на длине 2 м	3
	на всей длине плиты	5
Отклонение от плоскостности	Плоскостность рабочей поверхности плиты (при измерении от условной плоскости, проходящей через три крайние точки)	5
Отклонение от равенства длин диагоналей	Разность длин диагоналей рабочей поверхности плиты	10
Отклонение от перпендикулярности	Перпендикулярность смежных торцевых граней плит на участке длиной, мм:	
	400	2
	1000	2,5

Таблица 4 – Размеры дефектов

Поверхность плиты	Предельные размеры, мм				
	Раковины		Местные напылы (высота) и впадины (глубина)	Околы бетона	
	глубина	диаметр		глубина	суммарная длина на 1м ребра
Рабочая	3	4	2	5	50
Нерабочая и боковые грани	5	10	3	8	80

Исправление дефектов рабочей поверхности предварительно напряженных железобетонных плит аэропорта или заделка краев плит не допускается.

Нижние и верхние боковые края предварительно напряженной бетонной плиты аэропорта, а также открытые поверхности элементов и контрфорсных изделий должны быть очищены от излишков бетона.

Маркировка

Маркировка преднапряженных железобетонных плит аэропортов должна соответствовать ГОСТ 25912 и ГОСТ 13015.2. Маркировка включает в себя марку предварительно напряженной бетонной плиты, дату производства, товарный знак завода, штамп технического контроля.

Прикрепите монтажный знак с надписью "Положение опоры" к продольной поверхности предварительно напряженной бетонной плиты аэропорта на расстоянии одного метра от конца

На рабочую поверхность предварительно напряженной железобетонной плиты аэропорта должна быть нанесена маркировка изготовителя, обозначение и способ нанесения маркировки согласовываются с аэропортом и документируются в контракте на поставку предварительно напряженной железобетонной плиты аэропорта.

2.4 Приемка

Приемка преднапряженных железобетонных аэропортовых плит партиями в соответствии с ГОСТ 13015.1 и гост 25912 .

В партию включают плиты одного типа, изготовленные предприятием по одной технологии из материалов одного вида и качества в течение не более одних суток.

Размер партии ограничен 200 шт.

Приемка предварительно напряженной бетонной плиты аэропорта была основана на следующих результатах:

Приемочные испытания включают прочность бетона (показатели прочности на изгиб и сжатие, прочность на растяжение), водоцементное отношение бетонной смеси, толщину бетона до защиты арматуры, согласованность арматуры и монтажных швов, точность геометрических параметров, трещиностойкость в нижней и верхней зонах плиты, качество поверхности и внешний вид плиты.

Бетон периодически проверяется на показатели морозостойкости и объем воздуха в бетонной смеси за счет уплотнения.

Партию плит по показателям их прочности и жесткости принимают, если удовлетворяются установленные настоящим стандартом требования по комплексу нормируемых и проектных показателей, характеризующих прочность бетона, толщину плиты диаметр и расположение арматуры, толщину защитного слоя бетона до арматуры, основные параметры арматурных и монтажно-стыковых изделий, натяжение напрягаемой арматуры, физико-механические свойства арматурной стали, которые проверяются в процессе входного, операционного и приемочного контроля в соответствии с ГОСТ 13015.1.

Приемочный контроль прочности бетона по результатам испытаний образцов бетона или неразрушающими методами (ГОСТ 18105).

Прочность бетона на растяжение и прочность бетона на сжатие в проектном возрасте определялись на образцах.

Из каждой партии были извлечены три плиты для проверки прочности передачи и отпускной прочности бетона неразрушающими методами.

Испытания на прочность предварительно напряженных бетонных плит должны проводиться в пяти местах на поверхности плиты, одно в середине плиты, а остальные в каждом углу, на расстоянии 30-40 см от верха вдоль разделительной линии.

Если в процессе испытаний выясняется, что отпускная прочность и прочность на сжатие бетона не отвечают соответствующим требованиям, доставка продукции на строительную площадку запрещается, а работы должны проводиться только после того, как продукция будет соответствовать стандартам.

Периодические испытания индекса морозостойкости и количества воздуха в уплотненной бетонной смеси для предварительно напряженных железобетонных плит аэропорта будут проводиться не реже одного раза в шесть месяцев.

Каждая партия предварительно напряженных бетонных плит аэропорта была проверена на соотношение воды и золы в бетонной смеси.

Приемку арматурных и монтажно-стыковых изделий проводят до установки их в форму в соответствии с ГОСТ 10922 и ГОСТ 24458.

Приемка предварительно напряженных железобетонных аэродромных плит основана на результатах определения толщины защитного слоя железобетона, точности геометрических параметров и качества поверхности, контролируемой измерениями.

Плиты проверяются на наличие швов, нахлеста бетона на открытых поверхностях и краях плит, сколов бетона и масляных пятен на рабочей

поверхности плиты, а также на правильность маркировочных наклеек и знаков, среди прочих аспектов.

При проведении испытаний на трещиностойкость в верхней и нижней зонах предварительно напряженных железобетонных плит аэропорта для испытаний отбирается плита из каждой партии, которая в остальном отвечает требованиям соответствующих стандартов.

Предварительно напряженная бетонная плита аэропорта считается выдержавшей испытание, если при тщательном осмотре с помощью четырехкратного увеличительного стекла под соответствующей заданной контрольной нагрузкой на поверхности и по бокам испытательной зоны не обнаружено трещин.

Если хотя бы одна область результатов испытания на трещиностойкость не соответствует спецификации, необходимо провести дополнительные испытания на обеих плитах партии. Если одна из двух дополнительных панелей не пройдет испытание, необходимо будет проверить все панели в партии.

По результатам приемки составить проект документа о качестве предварительно напряженных железобетонных плит аэропорта в соответствии с ГОСТ 13015.3.

Кроме того, в документе о качестве должно быть указано, что:

Показатель морозостойкости бетона;

Марки арматуры, используемой в качестве продольных стержней предварительного напряжения (At600, A800, At800, C и тип канатов K7);

Вр-1 и проволока из углеродистой стали нормального качества для производства узлов для преднапряженных бетонных плит в аэропортах.

2.5 Методы контроля

Прочность бетона при ее контроле по образцам определяют по ГОСТ 10180 на серии образцов, изготовленных из бетонной смеси рабочего состава и хранившихся в условиях согласно ГОСТ 10105.

Определение фактической передаточной и отпускной прочности бетона на сжатие при их контроле неразрушающими методами в плитах производят ультразвуковым методом по ГОСТ 17624, приборами механического действия или методом отрыва со скалыванием по ГОСТ 22690.

Морозостойкость предварительно напряженных железобетонных аэродромных плит должна определяться в соответствии с ГОСТ 10060.

Стандартизированные показатели качества бетонных смесей проверяются в соответствии с ГОСТ10181.0-ГОСТ10181.4.

Испытание арматуры и монтажных соединений в соответствии с ГОСТ 10922 и ГОСТ 24458

Сырьевые материалы, используемые для изготовления предварительно напряженных железобетонных аэродромных плит, должны соответствовать соответствующим стандартам и техническим условиям на эти материалы.

Измерение контрольного напряжения в продольной арматуре по ГОСТ 22362 .

Проверить размеры, плоскостность плиты, перпендикулярность смежных граней, толщину защитного покрытия бетона к арматуре, расположение монтажных швов, а также качество бетонных поверхностей и внешний вид предварительно напряженных железобетонных плит аэропорта методами, указанными в ГОСТ 26433.0 и ГОСТ 26433.1.

Испытание трещиностойкости предварительно напряженных бетонных плит в аэропортах

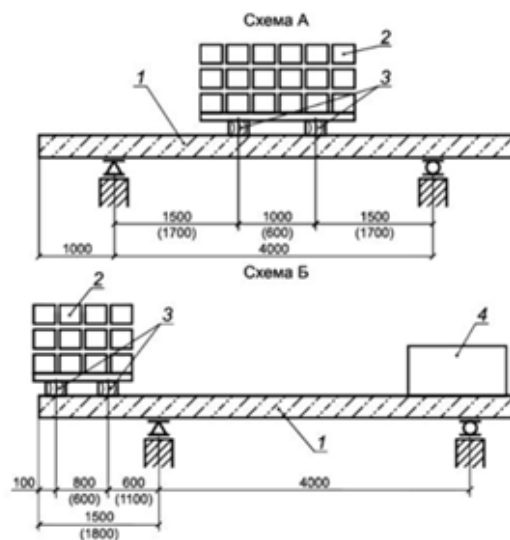


Рисунок 5-Контроль трещиностойкости плит

1 — испытываемая плита; 2 — нагрузка на всю ширину плиты;

3 — деревянные брусья сечением 10X10 см; 4 — пригрузочный балласт

Испытание на трещиностойкость перекрытия для верхней зоны должно проводиться в соответствии с вариантом А или В, приведенным на рисунке 5. Испытание на трещиностойкость перекрытия для нижней зоны должно проводиться в соответствии с вариантом А, приведенным на рисунке 5.

Испытание плит после тепловой обработки (включая отпускную прочность бетона) должно проводиться через 4 часа и не более чем через 2 суток.

Сначала нижняя зона была испытана на трещиностойкость, а затем верхняя зона той же плиты была испытана на трещиностойкость. В схеме А на рисунке 5 после завершения испытаний в нижней зоне плита была перевернута, а затем были проведены испытания в верхней зоне.

При нагрузочных испытаниях предварительно напряженных бетонных плит аэропорта приложенный вес не должен превышать 10% от общей нагрузки на каждом этапе и 5% от общей нагрузки на последних двух этапах.

Предварительно напряженная бетонная плита аэропорта должна быть выдержана под нагрузкой в течение 10 минут после каждого этапа приложения нагрузки и в течение минимум 30 минут после приложения полной нагрузки.

В таблице 5 приведены значения испытательной нагрузки для испытания плиты на трещиностойкость.

Таблица 5-Значение контрольной нагрузки

Марка плиты	Контрольная нагрузка, кН (кгс), по испытанию трещиностойкости плиты с прочностью бетона, соответствующей отпускной прочности (см. 5.4.4), при испытании по схеме	
	А	Б
ПАГ-14А800.1	37,2 (3800)	30,4 (3100)
ПАГ-14А800-1	35,3 (3600)	28,4 (2900)
ПАГ-14А800.1-1	35,3 (3600)	28,4 (2900)
ПАГ-14А600.1	35,3 (3600)	28,4 (2900)
ПАГ-14А600-1	33,3 (3400)	26,5 (2700)

2.6 Транспортирование и хранение

Транспортировка и хранение преднапряженных железобетонных аэродромных плит должны соответствовать требованиям ГОСТ 13015.4 и ГОСТ 25912 .

Предварительно напряженные железобетонные плиты для аэропортов должны транспортироваться и храниться в горизонтальном положении.

При перевозке предварительно напряженных железобетонных плит аэропорта высота, на которую укладываются плиты, определяется грузоподъемностью транспортного средства и допустимым размером груза, но не должна превышать высоту, на которую плиты укладываются при хранении.

Погрузку плит и их крепление при транспортировании на открытом железнодорожном подвижном составе (полувагоны, платформы) следует

осуществлять в соответствии с требованиями Правил перевозки грузов и Технических условий погрузки и крепления грузов, утвержденных Министерством путей сообщения РФ.

Стальная проволока диаметром 6 мм, используемая для крепления предварительно напряженной бетонной плиты аэропорта к транспортному оборудованию, расходуется примерно 1,2 кг на 1 м³ продукта.

Выберите транспортную марку в соответствии с ГОСТ 14192.

Погрузка, транспортировка, разгрузка и хранение предварительно напряженных бетонных плит аэропорта должны исключать все меры, способные привести к их повреждению.

Предварительно напряженные железобетонные плиты аэропорта должны быть надежно закреплены на транспортном оборудовании во время транспортировки для предотвращения продольного и поперечного перемещения предварительно напряженных железобетонных плит аэропорта и повреждений, вызванных взаимным столкновением и трением во время транспортировки.

Для транспортировки и хранения нижняя предварительно напряженная бетонная плита аэропорта должна опираться на подпорки, а между плитами по высоте штабеля должны быть установлены прокладки. Подкладки и распорки должны быть установлены на расстоянии 1 м от торца плиты, перпендикулярно ее длинной стороне.

Погрузочно-разгрузочные работы при сборке и стыковке изделий должны выполняться по одной детали за раз. Подъем двух и более плит за одну операцию при сборке состыкованных изделий запрещен.

При использовании специальных подъемных устройств количество одновременно поднимаемых плит не должно превышать трех.

Предварительно напряженные железобетонные плиты аэропорта должны укладываться в штабеля по партиям. На одной высоте разрешается укладывать не более 10 досок.

2.7 Режим работы предприятия

Режим работы установки принят в соответствии с ОНТП 07-85. Расчетное количество рабочих суток в году назначается исходя из 260 номинальных рабочих суток и длительности плановых остановок на ремонт, которая составляет для конвейерных линий 13 суток.

Таким образом, расчетное количество рабочих суток в году для агрегатно-поточных линий составляет 247.

При определении режима работы завода следует учитывать номинальное количество рабочих дней в году для выгрузки сырья с транспортных средств - 365; количество рабочих смен в сутки для приема сырья по железной дороге - 3; количество рабочих смен в сутки (без термообработки) - 2 или 3; продолжительность рабочих смен - 8 часов; количество рабочих смен в сутки для термообработки - 3. Таким образом, мы принимаем 3 рабочие смены в день.

Формовочные цеха должны быть спроектированы в соответствии с требованиями ОНТП 07 - 85:

запас в формовочном цехе арматурных сеток, каркасов и других арматурных изделий создается на 4 часа;

Средний вес стальных стержней, размещенных горизонтально, на квадратный метр площади при хранении предварительно напряженных стальных стержней диаметром от 14 до 22 мм в формовочном цехе составляет 0,05 тонны;

2.8 Состав бетона, используемого в изделии

Предварительно напряженная бетонная плита аэропорта ПАГ-14 в основном выполняется из тяжелого бетона.

В нормальных условиях тяжелый бетон обычно состоит из следующих материалов:

-Крупный заполнитель: Крупными заполнителями в бетоне гравий, щебень, а также щебень из гравия.

-Мелкий заполнитель: песок (он может быть естественным или искусственным), обычно песок средней толщины 0,14-5 мм. Учтите, что состав песка должен быть чистым и не должен смешиваться с примесями.

вяжущие вещества: От этого зависят время окончательного затвердевания и прочностные характеристики бетонных изделий.

-Пластификаторы: разные типы пластификаторов имеют разные функции, в том числе: повышают пластичность, повышают морозостойкость, повышают вязкость, повышают гидрофобность, повышают прочность и т. Д. Качество пластификатора должно составлять 0,15% от качества цемента ~ 0,3%.

-Вода: необходимо использовать воду средней жесткости без загрязняющих веществ и примесей (солево-щелочная вода запрещена для бетонных изделий).

Средний уровень прочности в зависимости от коэффициента вариации $V_p=7\%$ определяется, МПа:

$$R_y = R_m \cdot K_{МП} = B_H \cdot K_m \cdot K_{МП}$$

где R_m – требуемая прочность, МПа;

BH – нормируемая по классам прочность, МПа;

$K_m, K_{МП}$ – коэффициенты, зависящие от V_p , $K_m = 1,09$; $K_{МП} = 1,05$.

$$R_y = 30 \cdot 1,09 \cdot 1,05 = 34,34 \text{ МПа.}$$

Цементно-водное отношение $(Ц/В)_1$ в номинальном составе бетона, обеспечивающее получение заданного среднего уровня отпускной прочности, определяется:

$$(Ц/В)_1 = \frac{R_b + 0,37 \cdot R_{ц} + 3,22}{0,43 \cdot R_{ц} + 5,6}$$

где R_b – отпускная прочность бетона после ТВО, МПа,

$R_{ц}$ – активность цемента при пропаривании, МПа.

R_b 70 % от среднего уровня прочности $R_b = 0,7 \cdot 34,34 = 24,04$ МПа.

При производстве бетона для аэродромных плит используется цемент I группы, $R_{ц} = 32$ МПа.

$$(Ц/В)_1 = \frac{24,4 + 0,37 \cdot 32 + 3,22}{0,43 \cdot 32 + 5,6} = 2,02$$

Величину $(Ц/В)_2$, обеспечивающую заданный уровень прочности пропаренного бетона в проектном (марочном) возрасте, определяют:

$$(Ц/В)_1 = \frac{R_{28б} + 0,06 \cdot R_{28ц} + 10}{0,24 \cdot R_{28ц} + 10}$$

где $R_{28б}$ – средний уровень прочности бетона в 28 суток после тепловой обработки, МПа;

R_{28c} – активность цемента после тепловой обработки в возрасте 28 суток, МПа. Определяется по результатам испытания образцов, пропаренных по методике ГОСТ 310.4 и испытанных в возрасте 28 суток, или принимается равной гарантированной марке цемента.

$$\left(\frac{C}{B}\right)_2 = \frac{34,34 + 0,06 \cdot 50 + 10}{0,24 \cdot 50 + 10} = 0,97$$

Бетон для производства аэродромных плит нормируется по морозостойкости и водонепроницаемости, таким образом, существует необходимость введения воздухововлекающих добавок. При воздухововлечении 5...6 % принятая величина Ц/В увеличивается на 0,03.

$$C/B = 2,02 + 0,03 = 2,05.$$

По ГОСТ 26633 для бетона дорожных и аэродромных плит объем вовлечённого воздуха должен быть 5...6%, а $C/B > 2$. При нормировании бетона по водонепроницаемости или морозостойкости минимально допустимая величина $C/B > 2,5$. Из всех значений Ц/В выбираем наибольшее и принимаем его для подбора начального состава бетона. $C/B = 2,5$

Расход воды для начального состава бетона принимаем в зависимости от заданной удобоукладываемости бетонной смеси, вида и наибольшей крупности заполнителя. $V = 185$ л.

Расход цемента, кг на 1 м³ бетонной смеси, в начальном составе бетона:

$$C_p = \frac{C}{B} \cdot V$$

$$C_p = 2,5 \cdot 185 = 462,5.$$

Полученный расчётом расход цемента ρ_r сравниваем с минимально допустимым по ГОСТ 26633 ρ_{min} расходом цемента $\rho_{min} = 240$ кг и с элементными нормами расхода $\rho_{\text{э}}$, приведёнными в СНиП 82-02-95. При этом должно выполняться условие:

$$\rho_{min} \leq \rho_r \leq \rho_{\text{э}} = \rho_{\text{б}} \cdot K$$

где $\rho_{\text{б}}$ –базовые нормы расхода цемента,

K –корректирующий коэффициент.

$\rho_{\text{б}}=440$ для класса бетона В30 и отпускной прочности при ТВО 70 %.

$$K = K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot \dots \cdot K_i$$

где $K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot \dots \cdot K_i$ – коэффициенты, зависящие от свойств материала.

$K_1= 0,92$ для бетонов классов В30 и более и отпускной прочности 70...80 %;

$K_2 = 1,05$ для цементов с плотностью 27–30 %;

$K_3=1$ –так как класс бетона по прочности при сжатии В30 при отпускной прочности 70%;

$K_4 = 1$ –для бетона на щебне;

$K_5 = 1,07$ при наибольшей крупности заполнителя 10 мм;

$K_6 = 0,98$ –для щебня с содержанием зёрен лещадной и угловатой формы 17,3%;

$K_7 = 1$ –для бетона с использованием песка с $M_k=2,1...3,25$;

$K_8 = 1$ –при использовании в качестве мелкого заполнителя природных песков;

$K_9 = 1$ – так как бетонная смесь с маркой по удобоукладываемости П1 с осадкой конуса 1.. .4 см;

$K_{10} = 1$ – при использовании бетонной смеси с температурой до 25 °С; При изготовлении предварительно напряжённых железобетонных конструкций с отпуском напряжения арматуры на горячий бетон базовые нормы расхода цемента принимают по величине нормируемой передаточной прочности, соответствующей отпускной прочности с применением коэффициента:

$$K_{11} = 1,08$$

$$K = 0,92 \cdot 1,05 \cdot 1,07 \cdot 1,08 = 1,12.$$

$$Цэ = 1,12 \cdot 440 = 492,8 \text{ кг}$$

$$240 < 462,5 < 492,8$$

Чтобы понизить количество воды затворения, но при этом сохранить подвижность бетонной смеси, требуется ввести добавку-пластификатор. Применяем добавку Glenium ACE 420 в количестве 0,8% от массы цемента. Получаем массу добавки:

$$Д = 462,5 \cdot 0,008 = 3,7 \text{ кг.}$$

Количество воды уменьшается, в связи с добавлением пластификатора, значительно уменьшающего расход воды затворения.

$$В = 185 \cdot 0,8 = 148 \text{ кг.}$$

Пересчитаем $Ц/В = 3,1$.

Затем, чтобы вычислить объем, занимаемый заполнителями на 1м³ бетонной смеси, требуется вычесть объемы воды и цемента. При введении воздухововлекающей добавки, которая обеспечивает в бетонной смеси 50л (5 %)

равномерно распределенных пузырьков воздуха объем бетонной смеси составит $1000 \text{ л} - 50 \text{ л} = 950 \text{ л}$. В таком случае абсолютный объем заполнителей вычисляется:

$$V_3 = 950 - \frac{Ц}{\rho_{ц}} - \frac{В}{\rho_{В}} - \frac{Д}{\rho_{д}}$$

$$V_3 = 950 - 462.5/3.1 - 148/1 - 3.7/1.006 = 950 - 149.2 - 148 - 3.7 = 649.1 \text{ л}$$

Объем песка в смеси заполнителей (песок + щебень) по абсолютному объёму определяют исходя от расхода цемента и наибольшей крупности заполнителей, а также с учетом удобоукладываемости бетонной смеси и крупности песка. Значение r высчитываем методом линейной интерполяции.

Так как НК щебня 10 мм, расход цемента 462.5 кг доля песка рассчитывается методом интерполяции исходя из значений r для НК щебня, $r = 0,45$. При M_k песка 2,5 его доля увеличивается:

$$r = 0,45$$

Количество мелкого заполнителя (песка):

$$П = V_3 \cdot r \cdot \rho_{п}$$

$$649.1 \cdot 0.45 \cdot 2.65 = 774.1 \text{ кг}$$

Количество крупного заполнителя (щебня):

$$Щ = V_3 (1 - r) \cdot \rho_{щ}$$

$$649.1 \cdot 0.55 \cdot 2.78 = 992.5 \text{ кг}$$

В итоге, расход материалов по массе на 1м³ уложенной и уплотненной бетонной смеси:

- цемент 462.5 кг;
- песок 774.1 кг;
- щебень 992.5 кг;
- вода 148 кг;
- добавки 3.7 кг.

В виде отношения по массе между цементом, песком, крупным заполнителем (принимая расход цемента за единицу), при Ц/В = 3,1.

$$\text{Ц/Ц} : \text{П/Ц} : \text{Щ/Ц} = 1 : 1,7 : 2,2.$$

Расчетная средняя теоретическая плотность уложенной и уплотненной бетонной смеси вычисляется как сумма расходов всех компонентов по массе:

$$\rho = \text{Ц} + \text{П} + \text{Щ} + \text{В} + \text{Д},$$

$$\rho = 462.5 + 774.1 + 992.5 + 148 + 3,7 = 2380.8 \text{ кг/м}^3.$$

Таким образом, был подобран состав бетонной смеси, включающей в себя добавку пластификатора, которая обеспечит необходимые прочностные характеристики и длительный срок эксплуатации.

Таблица 6-Содержание различных компонентов в бетоне

Класс	Марка цемента	Водо-цементное соотношение (В/Ц)	Расход материала на кубический метр бетона				Пластифицирующая добавка
			Вода	Песок	Щебень	Цемент	Расход, % от массы цемента
В30	400	0,32	148	774.1	992.5	462.5	0,8

Расчет объема предварительно напряженной бетонной плиты аэропорта:

$V=a*b*h$ где: a -Длина , b -ширина , h -толщина , мм

$V=6000*2000*140=1.68 \text{ M}^3$ (из тяжелого бетона В30)

2.9 Технологические расчеты при поточно-агрегатном способе производства

применяется для производства железобетонных изделий длиной до 6 м, шириной до 2 м. Изделия формуют с помощью специальных агрегатов, технологические операции осуществляются на специализированных постах в переносных формах, которые последовательно передаются с поста на пост с помощью транспортного или грузоподъемного оборудования.

Годовая производительность поточно–агрегатной технологической линии, выпускающей несколько типоразмеров изделий, вычисляется:

$$P= 60 \text{ Кисп} * V_p * h * V / t_i = 60 * 0,92 * 247 * 23 * 1.68 / 20 = 26314.7 \text{ м}^3$$

где Кисп – коэффициент использования оборудования, $\text{Кисп}=0,92 \dots 0,94$,

d_i – доля формовок в час i -того изделия,

V_i – объем бетона в твердом теле i -того изделия, м³,

t_i – продолжительность цикла формования i -того изделия, мин.

h - число рабочих часов в сутки, $h=23$,

V_p – число рабочих суток в году.

Продолжительность цикла формования (в мин) изделий на агрегатно–поточной технологической линии определяется:

$$t_i = t + l_0/V_0 + l_1 \cdot n_0/V_1 + t_0,$$

где t – продолжительность установки и снятия формы с виброплощадки, 0,5...1,5 мин,

l_0, V_0 – длина и скорость холостого хода бетоноукладчика, м, м/мин,

l_1, V_1 – длина формуемого изделия, м, и рабочая скорость бетоноукладчика, м/мин,

n_0 – число проходов бетоноукладчика при формировании изделий,

t_0 – продолжительность других несовместимых операций формирования (разравнивание бетонной смеси, установка верхней сетки, вибрирование без пригруза и с пригрузом, удаление излишков бетонной смеси и др.), мин.

$$t_i = 1 + 3,175/18 + 6 \cdot 2/12,4 + 18 = 20$$

Если основной операцией принимается армирование, то в этом случае рассчитывается длительность цикла армирования. При электротермическом способе напряжения стержневой арматуры длительность цикла армирования определяется:

$$t_a = t + t_y \cdot p_0 + t_p n_1/p + t_n,$$

где t – продолжительность установки и съёма формы с поста армирования,

t_y – продолжительность укладки одного стержня в установку для нагрева и в упоры формы, мин,

p_0 – число напрягаемых стержней,

t_p – продолжительность нагрева стержней, мин,

n_1 – общее число напрягаемых стержней,

p – число одновременно нагреваемых стержней,

$t_{п}$ – продолжительность установки ненапрягаемой арматуры и закладных деталей, мин.

Необходимое число ямных камер периодического действия M_k на технологическую линию при 2-х или 3-х сменном режиме формования определяется:

$$M_k = 60 \cdot h \cdot T_k / 24 \cdot t_i \cdot m,$$

где m – число размещаемых форм с изделиями в одной камере,

T_k – средняя продолжительность одного оборота камеры, час.

$$M_k = (60 \cdot 23 \cdot 12) / (24 \cdot 20 \cdot 2) = 17$$

Цикл загрузки определяется:

при загрузке с одного формовочного поста: $t_k = t_i \cdot m$,

$$t_k = 20 \cdot 2 = 40$$

Продолжительность тепловой обработки выбирается по ОНТП 07-85.

Общее число форм (округляется до ближнего большего целого) для одной технологической линии (шт), оснащенной ямными пропарочными камерами, определяется:

$$N = j (M_k \cdot m + a + b + 1),$$

где j – коэффициент, учитывающий резервное число форм на ремонт, $j = 1,05$ для индивидуальных форм, $j = 1,07$ для переналаживаемых форм;

a , b – число форм, находящихся на посту формования и на постах распалубки, чистки, смазки, армирования и отделки.

$$N = 1,05 \cdot (17 \cdot 2 + 1 + 5 + 1) = 43$$

Средняя продолжительность пребывания формы в тепловом агрегате $T_{кф}$ в часах определяется: $T_{кф} = S + z$, где S - длительность режима тепловой обработки в камере, час, $z = 4$ час при двухсменном режиме работы, $z = 1$ час при трехсменном режиме работы.

Среднее время одного оборота формы $T_{ф}$ в часах при агрегатно-поточном производстве определяется:

$$T_{ф} = T_{кф} + \sum t_n / 60,$$

$$T_{ф} = 10 + 460 / 60 = 470$$

где $\sum t_n$ - продолжительность пребывания формы на всех технологи-ческих постах, мин. Для синхронизированного производства:

$$\sum t_n = t_i \cdot h,$$

где t_i - продолжительность цикла формования, мин,

h - количество постов на технологической линии.

$$\sum t_n = 20 \cdot 23 = 460$$

Пропускная способность камеры тепловой обработки ямного типа определяется:

$$П = \sum C_1 \cdot V_2 \cdot K_1 \cdot V_p,$$

где C_1 - число оборотов камеры в сутки, $C_1 = 24 / T_{кф}$,

V_2 - объём одной камеры тепловой обработки, м³,

K_1 - коэффициент загрузки камеры твердения, $K_1 = m_{qi} / V_2$,

q_i - объём одного i -того изделия, м³.

$$П = 0,5 * 11,1 * 0,3 * 248 = 413$$

Съём продукции в м3 с 1 м3 объёма камеры в 1 сутки:

$$C1 = 24 * K1 / T_k,$$

$$C1 = 24 * (2 * 1,68 / 11,1) / 12 = 0,5$$

а съём продукции с 1 м3 объёма камеры в год:

$$C2 = C1 * V_p.$$

$$C2 = 0,5 * 248 = 124$$

C2 является величиной нормируемой и должна быть не менее 60...130 м3/м3.

Подбор и обоснование режима тепловой обработки

Эффективность применения бетона в современном строительстве в значительной мере определяется темпами производства железобетонных изделий. Решающим средством ускорения твердения бетона в условиях заводской технологии сборного железобетона является тепловая обработка. Процесс тепловой обработки занимает 70...80% времени всего цикла изготовления изделий.

Тепловая обработка сборных железобетонных изделий производится до достижения ими требуемой отпускной (передаточной, распалубочной) прочности. При этом должна обеспечиваться необходимая прочность в возрасте 28 суток после пропаривания, то есть заданная проектная марка бетона.

Тепловая обработка сборных бетонных и железобетонных конструкций и изделий производится с применением режимов, обеспечивающих минимальный

расход топливно-энергетических ресурсов и ускоренное достижение бетоном заданных значений прочности.

Режимы тепловлажностной обработки характеризуются длительностью отдельных стадий процесса пропаривания и температурой изотермического прогрева. С режимом тепловлажностной обработки бетона тесно связаны его строительно-технические свойства, расход цемента и тепловой энергии.

Общий цикл пропаривания разделяют на 4 периода: предварительное выдерживание – время от момента окончания формования изделия до начала повышения температуры среды камеры; подъем температуры среды в камере; изотермический прогрев – выдерживание при наивысшей заданной температуре; охлаждение – понижение температуры среды камеры.

Предварительное выдерживание изделий до начала тепловой обработки способствует формированию начальной структуры бетона, необходимой для восприятия им теплового воздействия. Длительность предварительного выдерживания зависит от всех факторов, которые определяют темп начального твердения бетона. Чем выше темп начального твердения бетона, тем может быть короче время предварительного выдерживания. Предварительное выдерживание проводится, как правило, не менее 1 часа, а для бетона конструкций с повышенными требованиями по морозостойкости, водонепроницаемости – не менее 3 часов. Принимаем продолжительность предварительного выдерживания изделий 3 часа, так как аэродромные плиты являются изделиями с повышенными требованиями по морозостойкости (до F600). За время выдерживания бетон приобретает начальную прочность до 0,5 МПа, что позволяет повысить скорость подъема температуры без стимулирования деструкции.

Скорость подъема температуры для изделий с повышенной морозостойкостью бетона должна составлять не более 15°С/ч, а скорость охлаждения камер после изотермического прогрева при повышенных требованиях к бетону по морозостойкости не должна превышать 20°С/ч.

Оптимальной температурой изотермического прогрева при применении портландцемента и его разновидностей является 80...85°C. При пропаривании изделий, к которым предъявляются повышенные требования по морозостойкости, изотермическое выдерживание осуществляется при температуре не выше 70°C до достижения бетоном максимальной прочности. Относительная влажность воздуха в камерах тепловой обработки в период изотермического прогрева изделий должна быть не менее 90%.

Продолжительность выдерживания распалубленных изделий в цехе при температуре наружного воздуха ниже 0°C после окончания тепловой обработки следует принимать 9 часов.

Подсчет загрузки кранов.

Грузоподъемность крана определяется по формуле:

$$Q_k = N_1 + N_2 + N_3,$$

где N_1 – масса груза или изделия, $N_1 = 4,2$ т;

N_2 – масса формы, т:

$$N_2 = [70S_0 + 5 N^*(L + 2b) + 16h^*4^*(L + b) + N^*L] / \alpha,$$

где α - средний конструктивный показатель, $\alpha = 0,39$;

S_0 – опалубливаемая поверхность изделия, $S_0 = 14,24$ м²;

L – длина изделия, $L = 6$ м;

b – ширина изделия, $b = 2$ м;

h – высота изделия, $h = 0,14$ м;

N – передаваемое на форму усилие натяжения арматуры, т:

$$N = S \cdot n \cdot \sigma_{sp},$$

где S – площадь поперечного сечения стержня,

$$S = 3,14 \cdot 1,42^2 / 4 = 1,54 \text{ см}^2;$$

n – количество стержней, $n = 10$ шт.;

$\sigma_{sp} = 65$ кг/см² – величина предварительного натяжения;

N_3 – масса траверсы, строп и так далее:

$$N_3 = 0,1(N_1 + N_2).$$

Определим передаваемое на форму усилие N по формуле :

$$N = 1,54 \cdot 10 \cdot 65 = 1001 \text{ кг} = 1,001 \text{ т}.$$

Определим массу формы по формуле :

$$N_2 = [70 \cdot 14,24 + 5 \cdot 1,001 \cdot (6 + 2 \cdot 2) + 16 \cdot 0,14 \cdot 4 \cdot (6 + 2) + 1,001 \cdot 6] / 0,39 = 2,9$$

т.

Массу строп вычислим из формулы :

$$N_3 = 0,1 \cdot (4,2 + 2,9) = 0,71 \text{ т}.$$

Таким образом, грузоподъемность крана $Q_k = 4,2 + 2,9 + 0,71 = 7,81$ т.

В соответствии с полученной грузоподъемностью принимаем мостовой кран со следующими техническими характеристиками:

Грузоподъемность	10 т
Масса	17,5 т

Скорость перемещения крюка 8 м/мин

Стоимость с электрооборудованием 8310 руб.

Количество самоходных тележек для вывоза готовых изделий на склад определяется по формуле:

$$n_T = m \cdot t_{\text{ц}} / 60P \cdot K_{\text{и}},$$

где P – число часов работы в смену,

$K_{\text{и}}$ – коэффициент использования оборудования, $K_{\text{и}} = 0,85$ [8];

m – количество транспортных циклов за смену;

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

$$n_T = 8 \cdot 39 / 60 \cdot 8 \cdot 0,85 = 0,76 \approx 1 \text{ шт.}$$

Таблица 7 – Сводная таблица оборудования формовочного цеха

Наименование оборудования	Тип, марка	Габариты, м	Масса, т	Производительность	Количество, штук	потребляемая мощность, кВт	Стоимость, руб.
Автоматическая траверса	СМЖ-630	8×3×1,6	2	–	–	–	2240
Подъемник	СМЖ-789	7,9×5,5×1,6	21	–	2	44	37800
Самоходная тележка	СМЖ-151А	7,49×2,5×1,44	3	–	1	6,7	1950
Фиксатор	СМЖ-788	1,14×0,4×0,59	0,18	–	1	5	500
Устройство для открывания-акрывания бортов	СМЖ-793	1,71×0,65×1,23	3,5	–	2	10	6300
Кантователь	СМЖ-33А	5,55×4,56×5,28	6,5	–	1	7,5	9945
Машина для чистки формы	СМЖ-112	1,55×5,4×9,3	1,2	–	1	2,2	4000
Машина для смазки формы	СМЖ-114	9,3×5,4×1,32	0,93	–	1	–	1041
Бетоноукладчик	6563/1М	3,21×3,8×2,5	3,7	–	1	7,3	4144
Вибратор поверхностный	С-489Б	1,8×1,8×3,9	9	–	1	40	8010
Установка для электронагрева стержней	ДМ-2	–	–	100 шт/ч	2	–	2500
Газокислородная горелка	–	–	–	–	1	–	400
Трансформатор	ТДФЖ-200243	1,37×0,76×1,22	0,85	–	1	280	–
Форма-вагонетка	–	6,5×2,2×0,4	3,55	–	46	–	46000
Мостовой кран	–	–	17,5	–	2	12,3	8310

2.10 Определение количества технологических постов на поточных технологических линиях

Таблица 8 – Продолжительность элементарных процессов.

Наименование элементарного процесса	Наименование операций, переходов	Трудоемк. ручной операции, чел- мин	Количество рабочих на данной операции, чел.	Продолжительность выполнения операции, мин	Длительность перехода, мин	Продолжительность каждого элементарного процесса, мин
Распалубка	Перемещение формы на пост	–	–	0,5	0,12	9,5
	Обрезка арматуры	2	1	2	–	
	Раскрытие замков	2	1	2	–	
	Раскрытие бортов	–	–	1	1	
	Кантование	–	–	2	2	
	Строповка	–	–	2	2	
Подготовка и сборка форм	Перемещение	–	–	0,5	0,12	5,0
	Чистка	–	–	1	1	
	Смазка	–	–	1	1	
	Закрытие бортов	–	–	1	1	
	Закрытие замков	2	2	1	–	
	Перемещение	–	–	0,5	0,12	
Армирование	Установка сеток и их связка	2	2	1	1	9,5
	Напряжение стержней	–	–	0,5	0,5	
	Укладка стержней	–	–	1	1	
	Выдержка	–	–	7	7	10,5
	Перемещение	–	–	0,5	0,12	
	Напряжение стержней	–	–	0,5	0,5	
	Укладка стержней	–	–	1	1	
	Укладка ненапрягаемой арматуры	2	2	1	1	
	Выдержка	–	–	7	7	
Перемещение	–	–	0,5	0,12		
Формование	Подготовка бетоноукладчика	–	–	2	2	12
	Подача смеси	–	–	5	5	
	Уплотнение	–	–	2	2	

	Заглаживание поверхности	2,88	3	3	2,88		
Выдержка	Перемещение формы	-	-	0,5	0,12	60,5	
	Выдержка	-	-	60	60		
Тепловая обработка	Перемещение формы	-	-	0,5	0,12	544	
	Подъезд подъемника – снижателя к конвейерной линии	-	-		0,5		
	Перемещение формы на подъемник-снижатель	-	-		0,5		
	Подъезд к целевой камере	-	-	540	0,5		
	Установка в камеру	-	-		0,5		
	Тепловая обработка	-	-		540		
	Установка на подъемник-снижатель	-	-		0,5		
	Подъезд подъемника к линии	-	-		0,5		
	Перемещение формы на линию	-	-		0,5		
Охлаждение	Выдержка после ТВО	-	-		12	12	12
Приемка изделий	Перемещение изделия на пост контроля	-	-		0,5	0,5	3,5
	Контроль	2	1		2	-	
	Маркировка	1	1	1	-		
Складирование изделий	Выдержка изделий	-	-	720	-	728,5	
	Установка на самоходную тележку	2	1	2	-		
	Вывоз на открытый склад	0,5	1	0,5	0,5		
	Разгрузка	5	1	5	-		
	Возврат тележки	1	1	1	1		

2.11 Определение площади технологической линии

При определении площади технологической линии учитывают ширину проходов и проездов в соответствии с требованиями:

- основных проходов в цехах не менее 1,5 м;
- проходов между оборудованием не менее 1,2 м;
- проходов между строительными конструкциями и оборудованием не менее 1,0 м;
- вокруг оборудования для его обслуживания и ремонта не менее 0,7 м;
- ширина проходов у рабочих мест должна быть увеличена на 0,75 м при одностороннем расположении рабочих мест и не менее чем на 1,5 м при двухстороннем.

Площадь, занятая технологической линией определяется из формулы:

$$S_{ТЛ} = (h_{л} + 2h_{п} + h_{к} + h_{з}) * (m * l_{ср} + p * l_{р} + 2(l_{под} + h_{п})),$$

где $h_{л}$ – ширина производственной линии, м; $h_{л} = 2,5$ м;

$h_{п}$ – ширина проходов у рабочих мест, м, $h_{п} = 2$ м;

$h_{к}$ – расстояние между строительными конструкциями и оборудованием, м, $h_{к} = 2$ м;

$h_{з}$ – ширина для запаса сеток, м, $h_{з} = 3$ м;

m – число постов конвейера, $m = 12$;

$l_{ср}$ – длина форм-вагонеток, $l_{ср} = 6,5$ м;

p – число разрывов, $p = 13$;

$l_{р}$ – длина разрывов, м, $l_{р} = 0,5$ м;

$l_{\text{под}} - \text{длина подъемника, } l_{\text{под}} = 7,9 \text{ м.}$

Таким образом,

$$S_{\text{ТЛ}} = (2,5+2*2+2+3)*(12*6,5+13*0,5+2*(7,9+2)) = 1199,5 \text{ (м}^2\text{)}.$$

В площадь технологической линии также входят площади, на которых размещаются:

-площадка для выдерживания распалубленных изделий в цехе при температуре наружного воздуха ниже $0 \text{ }^{\circ}\text{C}$ после окончания тепловой обработки для размещения изделий – $S_1 = 44 \text{ (м}^2\text{)}$;

-участок текущего ремонта форм – на каждые 100 т форм, находящихся в эксплуатации, $30 \text{ м}^2 - S_2 = 70 \text{ (м}^2\text{)}$;

-участок складирования форм и оснастки – на каждые 100 т форм, находящихся в эксплуатации, предусматривается площадка $20 \text{ м}^2 - S_3 = 50 \text{ (м}^2\text{)}$;

-участок для ремонта изделий, на котором размещается 5% суточного выпуска изделий, $S_4 = 80 \text{ (м}^2\text{)}$;

-площадь, занятая транспортными средствами (самоходная тележка) – $S_5 = 50 \text{ (м}^2\text{)}$;

-площадь под запас арматурных изделий – $S_6 = 20 \text{ (м}^2\text{)}$;

-площадь бытовых помещений $S_7 = 2*18*6 = 216 \text{ (м}^2\text{)}$.

Площадь для размещения технологической линии рассчитывается как сумма всех участков, входящих в технологическую линию:

$$S_{\text{общ}} = \sum S_i.$$

Тогда

$$S_{\text{общ}} = 1199,5+70+44+50+50+80+20+216 = 1729,5 \text{ (м}^2\text{)}.$$

Как правило, технологические линии размещаются в унифицированном типовом пролете – УТП –1 размером 144×18 м. Площадь одного типового пролета составляет 2592 м².

Количество технологических линий, размещаемых в одном типовом пролете определяется по формуле:

$$N = S_{ц} / S_{общ.}$$

Таким образом,

$$N = 2592 / 1729,5 = 1,49.$$

Согласно результатам вычислений в цехе размещается одна технологическая линия.

2.12 Определение числа работающих

В состав производственной бригады технологической линии входят рабочие, непосредственно выполняющие технологические операции, а также машинисты и операторы всех видов технологического оборудования, включая мостовые краны и передаточные тележки.

Суточное число рабочих в бригаде определяется суммированием по всем сменам.

Выработка в год на одного рабочего (м³/чел) определяется по формуле:

$$B = P / б,$$

где P – годовая производительность линии, P = 26314.7м³;

б – суточное число рабочих в бригаде.

Средний тарифный разряд рабочих бригады определяется как средневзвешенная величина тарифных разрядов членов бригады:

$$T_p = \frac{\sum b_i \cdot p_i}{\sum b_i},$$

где b_i – число рабочих i – того разряда;

p_i – величина i – того разряда.

Затраты труда (трудоемкость) на единицу изготавливаемой продукции (чел*час/ м³) устанавливаются исходя из состава производственной бригады:

$$r = R \cdot c \cdot h / P \cdot n_c,$$

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

c – число рабочих суток в году;

h – число рабочих часов в сутки;

n_c – число смен в сутки.

Полная заработная плата на 1 м³ изделий с учетом дополнительной зарплаты в размере 10% от основной, отчисления на социальное страхование – 6,1% от суммы основной и дополнительной заработной платы, коэффициента 1,2, учитывающего премии за выполнение плана, и коэффициента 1,331, учитывающего налоги на заработную плату, составляет:

$$Z = r \cdot \phi \cdot 1,1 \cdot 1,061 \cdot 1,331 \cdot 1,2 = 1,656 \cdot \phi \cdot r,$$

где ϕ – часовая ставка рабочего-сдельщика среднего тарифного разряда.

Таблица 9 – Состав производственной бригады

Технологический пост, операция	Наименование профессии	Количество, чел.	Разряд
Пост распалубки			
Обрезка арматуры	Арматурщик	1	4
Раскрытие замков			
Строповка изделий	Такелажник	1	3
	Машинист крана	0,5	4
Пост армирования			
Доставка арматуры	Машинист крана	0,5	4
Установка нижнего ряда сеток, монтажных петель	Арматурщик	2	4
Связывание напрягаемых стержней и установленных сеток			
Установка верхнего ряда сеток	Арматурщик	2	4
Связка сеток с верхним рядом напрягаемых стержней			
Пост формования			
Укладка и уплотнение смеси	Машинист бетоноукладчика	1	4
Заглаживание и уплотнение	Формовщики отделочники	2	3
Технологический пост, операция	Наименование профессии	Количество, чел.	Разряд
Тепловлажностная обработка			
Подача формы на подъемник, перемещение и подача формы в камеру	Оператор конвейерной линии	1	4
Тепловлажностная обработка	Пропарщик	1	3
Вывоз изделий на склад готовой продукции	Машинист самоходной тележки	1	4
Прием изделий	Контролер ОТК	1	4
Склад готовой продукции			
Съем изделий с тележки и укладка их в штабель	Машинист крана	1	4
Установка прокладок	Такелажник	1	3
Итого		16	

Согласно данным таблицы 9 определим параметры В, Тр, г и Z:

$$B = 26314.7/16 = 1644,7 \text{ (м}^3\text{/чел);}$$

$$Tр = (3*5 + 11*4)/16 = 3,7;$$

$$r = 16 \cdot 248 \cdot 23 / 26314.7 = 3,5 \text{ (чел} \cdot \text{час/ м}^3\text{)};$$

$$Z = 1,656 \cdot 3,5 \cdot 0,62 = 3,6 \text{ (руб./м}^3\text{)}.$$

2.13 Проектирование склада готовой продукции

Проектирование готовых складов для предварительно напряженных железобетонных аэродромных плит в соответствии с ОНТП 07 - 85. Для хранения изделий и конструкций из тяжелого бетона применяют открытые склады, представляющие собой площадку с твердым покрытием с небольшим уклоном для стока атмосферных осадков.

При использовании мостовых кранов площадка оборудуется железобетонной рельсовой эстакадой, а также дорогами для подъезда транспортных средств и площадкой для их загрузки. Готовые изделия складироваться в штабели. Между изделиями укладываются деревянные прокладки точно друг над другом, чтобы избежать повреждения изделий. Хранятся изделия и конструкции в рабочем положении.

Площадь склада готовой продукции (м^2) определяется по формуле:

$$A = G_{\text{сут}} \cdot T_{\text{хр}} \cdot K_1 \cdot K_2 / G_{\text{и}},$$

где $G_{\text{сут}}$ – суточное поступление изделий на склад, м^3 ;

$$G_{\text{сут}} = 115 \cdot 1,68 = 193,2 \text{ м}^3;$$

$T_{\text{хр}}$ – продолжительность хранения изделий на складе, сут., в данном случае 10...14 сут.; $T_{\text{хр}} = 12$ сут.;

K_1 – коэффициент, учитывающий увеличение площади склада на проходы между штабелями изделий, $K_1 = 1,5$;

K_2 – коэффициент, учитывающий увеличение площади склада в зависимости от типа грузоподъемного механизма, для мостовых кранов $K_2 = 1,3$;

$G_и$ – объем изделий, хранящихся на 1 м² площади склада, $G_и = 1,8 \text{ м}^3$ для линейных элементов простой формы.

Таким образом,

$$A = 193,2 * 12 * 1,5 * 1,3 / 1,8 = 2511,6 \text{ (м}^2\text{)}.$$

Высота штабелирования изделий при хранении в горизонтальном положении допускается не более 2,5 м, минимальная ширина проходов между штабелями изделий – 0,8 м. К изделиям на складе должны быть свободные подходы.

3 МЕХАНИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

3.1 Описание работы виброплощадки СМЖ-187А

При производстве предварительно напряженных бетонных плит для аэропортов я выбрал метод виброуплотнения. Виброплощадка СМЖ-187А предназначена для формования бетонных и железобетонных изделий на заводах по производству сборного железобетона.

Эту виброплатформу планирую использовать при производстве сборного железобетона аэропорта ПАГ-14.

Виброплатформа состоит из опорной рамы, двух приводов, карданных валов, восьми виброблоков (двухрядная установка с электромагнитами), электрооборудования и звукоизоляционных кожухов.

Каждый ряд вибрирующих масс проходит через карданный вал и через «синхронизатор» связан с приводным двигателем.

В виброблоке используется двухосный неуравновешенный вибратор, который состоит из корпуса и двух параллельных валов, установленных в подшипниках. Вал имеет противовес, а дополнительный сменный противовес может быть прикреплен к противовесу болтами.

Карданный вал представляет собой трубку с упругой муфтой.

Привод состоит из синхронизатора и двигателя, что позволяет четырем вибраторам, установленным рядом, обеспечивать синхронизацию и синфазную работу.

Звукоизоляционный кожух выполнен из складных панелей. Каждый щит представляет собой металлическую конструкцию, облицованную изнутри звукопоглощающим материалом.

Опорная рама сварная.

С помощью пружин на каждую стойку устанавливают по четыре вибрблока.

Вращение вала вибратора передается от двигателя через карданный вал и синхронизатор. Горизонтальная ось и синхронизатор обеспечивают синфазное вращение и синхронное вращение всех осей вибратора.

Электрооборудование включает двигатели, провода, селеновые выпрямители и шкафы управления, используемые для подачи постоянного тока на электромагниты. Шкаф управления оборудован приборами управления. Электрооборудование обеспечивает нулевую защиту двигателя и обеспечивает защиту от короткого замыкания, потери фазы и перегрузки.

В случае неисправности или недостаточного тока хотя бы в одной фазе любого двигателя электрическое оборудование может автоматически отключить вибрирующую платформу.

Принцип работы вибрационной платформы следующий. При нажатии кнопки «Пуск» включается электромагнит и поддон фиксируется на виброплатформе. Затем автоматическая задержка автоматически включает привод вибратора и уплотняет бетонную смесь. После завершения процесса формования закройте виброплатформу.

Виброплощадка СМЖ-187А - это виброплатформа с вертикальной вибрацией. Специфические данные Виброплощадки СМЖ-187А:

Длина 8,5 метра,

3 метра в ширину,

Высота 0,66 метра,

Общий вес 6,5 тонны,

Номинальная грузоподъемность 10 тонн.

Виброплощадка СМЖ-187А работает в высоком резонансном режиме.

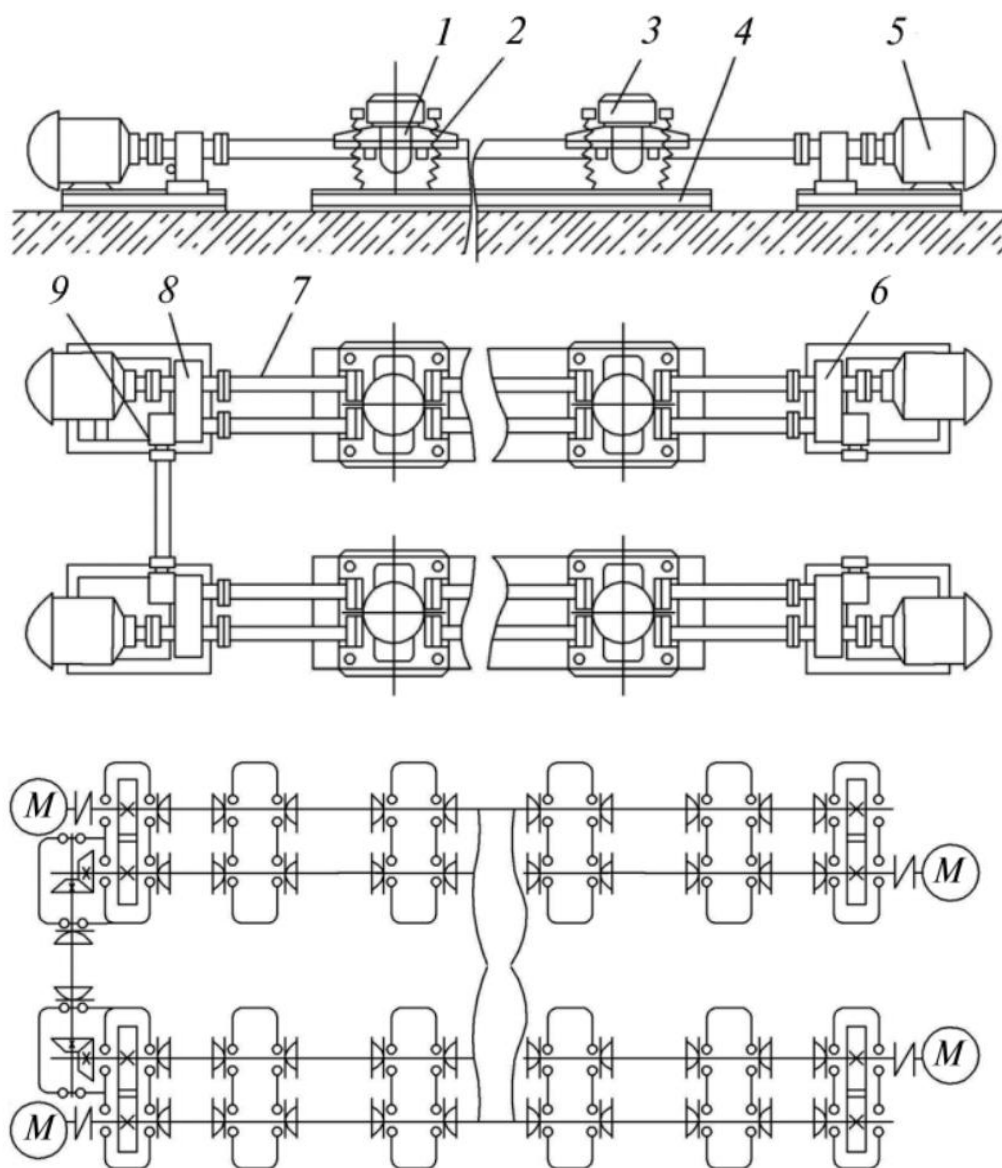


Рисунок 6-Строительная схема и схема перемещений Виброплощадка СМЖ-187А: 1 — виброблок; 2 — цилиндрические пружины; 3 — электромагнит; 4 — рама; 5 — электродвигатель; 6 — синхронизатор; 7 — карданный вал; 8 — рама привода; 9 — коническая приставка

Виброплатформа включает в себя виброблок 1, состоящий из двухосного центробежного вибровозбудителя, причем виброблок размещен на раме посредством цилиндрической пружины 2. Двухосевой вибровозбудитель, который

передает крутящий момент от двигателя 5 на направленную вибрацию вибрирующей массы 1 посредством синхронизатора 6 с цилиндрической зубчатой передачей и карданного вала 7. Благодаря конической приставке 9 синхронизатора 6 все неуравновешенные валы вибрирующих масс жестко кинематически связаны между собой, обеспечивая тем самым равномерное распределение амплитуды виброперемещения по поверхности формы. При этой форме вертикальной вибрации, только когда эти силы действуют вниз, смесь прижимается к плите формы. Когда инерционная сила, действующая на частицы бетонной смеси, действует вверх, смесь может отделяться от лотка во время этой части своего движения.

3.2 Расчет виброплощадки СМЖ-187А

Определение массы колеблющихся частей виброплощадки

$$m_{\text{ПОЛ}} = m_{\text{ПР}} + m_{\text{Ф}} + m_{\text{СОБ}}, \text{ кг},$$

$$m_{\text{ПОЛ}} = 1209,6 + 1209,6 + 4000 = 6419,2, \text{ кг}$$

где $m_{\text{ПР}}$ – приведенная масса формуемого изделия, кг,

$$m_{\text{ПР}} = k_1 \cdot m_{\text{Б}}, \text{ кг},$$

$$m_{\text{ПР}} = 0,3 \cdot 6 \cdot 2 \cdot 0,14 \cdot 2400 = 1209,6 \text{ кг}$$

$m_{\text{Б}}$ – масса бетонной смеси, кг; k_1 – коэффициент присоединения бетонной смеси, $k_1 = 0,3 \dots 0,4$ – для густоармированных изделий, (для расчетов примем за густоармированные изделия бетонные изделия плотностью 2400 кг/м³); $m_{\text{Ф}}$ – масса формы, кг, (для расчетов примем $m_{\text{Ф}} = m_{\text{ПР}}$); $m_{\text{СОБ}}$ – масса колеблющихся частей виброплощадки, кг,

– для виброплощадок с направленными колебаниями

$$m_{\text{СОБ}} = (0,2 \dots 0,4) Q, \text{ кг},$$

$$m_{\text{СОБ}}=0,4*10000=4000, \text{ кг}$$

Q – грузоподъемность виброплощадки, кг.

Определение суммарного статического момента дебалансов вибраторов

$$k = A \cdot m_{\text{ПОЛ}}, \text{ кг} \cdot \text{м},$$

$$k=0,0004*6419,2=2,568, \text{ кг} \cdot \text{м}$$

где A – амплитуда колебаний, м.

Определение усилия необходимого для закрепления на виброплощадке формы с бетонной смеси

$$P_3 = P - Q_1 = (m_{\text{Ф}} + k_1 \cdot m_{\text{Б.СМ}}) \cdot x_a \omega^2 - (m_{\text{Ф}} + k_1 \cdot m_{\text{Б.СМ}}) \cdot g, \text{ Н},$$

$$P_3=2419,2*7*10^{-3}*290^2-2419,2*9,81= 1400450.688, \text{ Н}$$

где P – инерционная сила, Н; Q₁ – сила тяжести, Н; x_a – амплитуда вибро смещений формы с бетонной смесью, x_a=7 · 10⁻³ м; ω – частота колебаний, с⁻¹; g – ускорение свободного падения, g=9,81 м/с².

Определение мощности привода виброплощадки

– для виброплощадок с направленными колебаниями

$$N = \frac{k \cdot \omega^3}{4 \cdot 10^3 \eta_T \cdot \eta_C} \cdot (d + 2d \cdot \mu), \text{ кВт};$$

$$N = \frac{2,568 \cdot 290^3}{4 \cdot 10^3 \cdot 0,95 \cdot 0,9} \cdot (7 + 2 \cdot 7 \cdot 0,005) = 129473,9, \text{ кВт}$$

где d – диаметр шейки вала под подшипником, м, $d=7$ см; μ – условный коэффициент трения в подшипниках качения, $\mu=0,003\dots0,005$ – для шариковых подшипников, $\mu=0,005\dots0,008$ – для роликовых подшипников; η_T – КПД трансмиссии, $\eta_T=0,95$; η_C – КПД синхронизатора, $\eta_C=0,9$.

Таблица 10-Основные параметры виброплощадок с направленными колебаниями

Показатели	СМЖ-187А
Грузоподъемность, т	10
Число виброблоков, шт.	8
Колебания рабочего органа	Вертикально направленные
Грузоподъемность одного блока, кг	2000
Способ крепления формы	Электромагнитный
Суммарный, статический момент, кг · м · 10 ⁻²	37
Частота колебаний, с ⁻¹	290
Амплитуда колебаний, мм	0,2...0,5
Усилие, развиваемое одним электромагнитом, кН	60
Суммарная мощность электродвигателей, кВт	64
Масса вибрируемых частей конструкции, кг	3000
длина, мм	8500
ширина, мм	2986
высота, мм	664
Общая масса, кг	6500

3.3 Другая техника и оборудование в производственном процессе

Подъемник СМЖ – 789 служит для подъема и опускания на требуемый ярус передаточной тележки с формой, применяется на конвейерных линиях с подземными щелевыми камерами тепловой обработки и обладает следующими техническими характеристиками:

Грузоподъемность	25 т;
Скорость подъема	3 м/мин;
Скорость опускания	3,5 м/мин;
Установленная мощность	20,55 кВт;
Габаритные размеры (длина×ширина×высота), м	7,98×5,58×1,6;
Масса	.21 т.

Автоматическая грузоподъемная траверса СМЖ – 630 предназначена для работы с мостовым краном, выполнена в виде балки с подвесками, подвешиваемой к крюку крана и имеет следующие технические характеристики:

Грузоподъемность	6 т;
Габаритные размеры (длина×ширина×высота), м	8,0×3,0×1,6;
Масса	2 т.

Самоходная тележка СМЖ – 151А предназначена для вывоза готовых изделий на склад готовой продукции и обладает следующими техническими параметрами:

Скорость передвижения	40 м/мин;
Грузоподъемность	20 т;

Установленная мощность	6,7 кВт;
Габаритные размеры (длина×ширина×высота), м	7,49×2,5×1,44;
Масса	3 т.

На посту распалубки форма-вагонетка закрепляется с помощью фиксатора СМЖ – 788 со следующими техническими характеристиками:

Установленная мощность	5 кВт;
Усилие толкания	28 кН;
Габаритные размеры (длина×ширина×высота), м	1,14×0,4×0,6;
Масса	0,18 т.

Для открывания и закрывания бортов формы устройство СМЖ–793:

Усилие открывания – закрывания продольных бортов	49,5 кН;
Усилие открывания – закрывания поперечных бортов	26,2 кН;
Число механизмов для продольных бортов	4 шт.;
Число механизмов для поперечных бортов	2 шт.;
Наибольшее время открывания – закрывания бортов	90 с;
Установленная мощность	5 кВт;
Габаритные размеры механизмов для продольного борта	1,71×0,65×1,23м;
Габаритные размеры механизмов для поперечного борта	1,28×2,11×0,61м;
Масса	3,5 т.

Кантователь СМЖ – 3333А предназначен для поворота форм с изделиями, представляет собой платформу с устройствами для закрепления форм или изделий, которая с помощью гидроцилиндров поворачивается около неподвижных шарнирных осей. СМЖ – 3333А имеет следующие технические характеристики:

Продолжительность цикла	120 с;
Грузоподъемность	13 т;
Установленная мощность	7,5 кВт;
Габаритные размеры (длина×ширина×высота), м	5,55×4,56×5,28;
Масса	6,5 т.

Для очистки формы от остатков бетона применяется машина СМЖ–112.

Технические характеристики:

Число щеток	2 шт.;
Частота вращения	350 мин – 1;
Установленная мощность	2,2 кВт;
Габаритные размеры (длина×ширина×высота), м	9,3×5,4×1,55;
Масса	1,2 т.

Для смазки форм применяется установка СМЖ – 114:

Число форсунок	7 шт.;
Вместимость расходного бака	100 л;
Давление в сифоне	0,5 МПа;
Габаритные размеры (длина×ширина×высота), м	.9,3×5,4×1,32;

Масса	0,93 т.
-------	---------

Для укладки и равномерного распределения бетонной смеси в формы используется бетоноукладчик 6563/1М с ленточным питателем, обладающий следующими техническими характеристиками:

Количество бункеров	1 шт.;
---------------------	--------

Ширина формуемых изделий	2 м;
--------------------------	------

Грузоподъемность	20 т;
------------------	-------

Установленная мощность	7,3 кВт;
------------------------	----------

Габаритные размеры (длина×ширина×высота), м	3,21×3,8×2,5;
---	---------------

Масса	3,7 т.
-------	--------

4 ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ

В процессе изготовления предварительно напряженных бетонных плит аэропорта, для теплотехнической части, мы решили использовать ямную камеру для термообработки. Ямная камера термообработки обычно состоит из железобетона и, как правило, имеет прямоугольную форму. Для уменьшения теплопотерь стенки камеры обработки изготавливаются из комбинации. Боковые стенки камеры поддерживаются кронштейнами. В одной из боковых стенок имеются отверстия для забора воздуха из атмосферы во время охлаждения и водяное уплотнение.

Принцип работы заключается в следующем:

Снимаем верхнюю крышку формы

Опускания изделия в форму

закрывания камеры

Заполнение водяных затворов и подача пара

Изделия нагреваются (период нагрева) и выдерживаются (изотермическая выдержка) при достигнутой температуре. в процессе прогрева и изотермической выдержки пар конденсируется, отдает теплоту и в виде конденсата удаляется камеры. По окончании выдержки подача пара заканчивается и через канал с паром выделяется паровоздушная смесь. При этом через звильнившийся от воды затвор в камеру поступает воздух, который охлаждает изделие, сам нагревается и также удаляется в канал. После охлаждения изделий камера раскрывается, и изделия, набрав 70-80% марочной прочности, выгружаются с камеры краном. Камеры размещаются в технологических линиях и соединяются в блоки. Габариты камеры в плане соответствуют габаритам обрабатываемых изделий.

4.1 Исходные данные

Вид изделия: Плита из предварительно напряженного бетона для аэропортов
ПАГ-14

Геометрические размеры изделия, м:

длина – $l = 6$ м

ширина – $b = 2$ м

высота – $h = 0,14$ м

Масса изделия – $G_{и} = 4200$ кг

Объем одного изделия – $V_{и} = b \cdot l \cdot h = 1,68$ м³

в камере находится $n_{и} = 2$ изделий

Объем бетона в изделии $V_{б} = V_{и} \cdot n_{и} = 3,36$ м³

Расход арматуры на 1 м³ бетона – $a = 65$ кг

Расход арматуры на 1 изделие – $a_{и} = 109,2$ кг

Водоцементное отношение – $В/Ц = 0,32$

Марка цемента – $M_{ц} = 450$

Марка бетона – $M_{б} = 400$

Масса бетона в изделии – $G_{б} = 3745$ кг

Плотность бетонной смеси :

$$\rho = \rho_{\text{ц}} + \rho_{\text{в}} + \rho_{\text{п}} + \rho_{\text{щ}} + \rho_{\text{д}}$$

$$\rho = 462.5 + 774.1 + 992.5 + 148 + 3.7 = 2380.8 \text{ кг/м}^3$$

Расход материалов на 1 м³, кг:

$$\text{цемент ц} = 462.5 \text{ кг}$$

$$\text{вода в} = 148 \text{ кг}$$

$$\text{песок п} = 774.1 \text{ кг}$$

$$\text{щебень щ} = 992.5 \text{ кг}$$

$$\text{Пластифицирующие добавки д} = 3.7 \text{ кг}$$

Вес сухих веществ на 1 м³

$$\text{сб} = \rho_{\text{ц}} + \rho_{\text{п}} + \rho_{\text{щ}} = 462.5 + 774.1 + 992.5 = 2229.1 \text{ кг}$$

Внутренние размеры камеры, м:

$$\text{Длина : } L_{\text{к}} = L_{\text{ф}} + 2l_1 = 6,2 \text{ м}$$

$$\text{ширина : } B_{\text{к}} = b_{\text{ф}} \cdot n_1 + (n_1 + 1) l_1 = 2,2 \text{ м}$$

$$\text{высота : } H_{\text{к}} = (h_{\text{ф}} + h_1) \cdot n_2 + h_2 + h_3 = 0,81 \text{ м}$$

$$V_{\text{к}} = 6,2 \cdot 2,2 \cdot 0,81 = 11,1 \text{ м}^3$$

Толщина железобетонных стен наружных $\delta_{\text{ст}}^{\text{н}} = 0,4 \text{ м}$

Внутренних: $\delta_{\text{ст}}^{\text{в}} = 0,2 \text{ м}$

Толщина бетонного пола камеры: $\delta_{\text{пол}} = 0,15 \text{ м}$

Крышка металлическая, утеплённая минеральной ватой:

масса металла $G_M = 2000$ кг,

утеплителя $G_{ym} = 1180$ кг,

толщина минваты $\delta_{ym} = 0,16$, $\lambda_{ym} = 0,063$ Вт/м·°С

Коэффициенты:

теповосприятости ограждений камеры $\alpha_1 = 30$ Вт/м²·°С

теплоотдачи от ограждений камеры в окружающую среду $\alpha_2 = 5$ Вт/м²·°С

Плотность материала ограждений $\rho_{ж/б} = 2300$ кг/м³

Температура:

свежеотформованных изделий до поступления в камеру:

$$t_1 = 20 \text{ }^\circ\text{C}.$$

средняя температура по сечению изделия к концу периода подогрева

$$t_{II} = 50 \text{ }^\circ\text{C}.$$

изотермического прогрева

$$t_{II} = 50 \text{ }^\circ\text{C}.$$

Удельная теплоемкость бетона : $c_c = 0,84$ к Дж/кг ·град.

Коэффициенты:

теплопроводности бетона : $\lambda_6 = 1,56$ Вт/м λ град;

температуропроводности бетона : $a_6 = 28,4 \cdot 10^{-4}$ м²/час;

Масса одной металлической формы $m_{1ф} = 1625$ кг

масса формы в камере $m_{ф} = 3250$ кг

их объём $V_{\phi} = 1,68 \text{ м}^3$

Объём прокладок и выступающих частей в камере $W_{в.ч} = 0,2 \text{ м}^3$

Заглубление камеры $h_{к} = 0,5 \text{ м}$.

Определить удельный расход пара при нормальных физических условиях на тепловую обработку 1 м^3 бетона изделий при

$$\tau_{\text{тво}} = \tau_{\text{в}} + \tau_{\text{I}} + \tau_{\text{II}} + \tau_{\text{III}} = 1,5 + 1,5 + 4 + 2 = 9 \text{ ч.}$$

Пар, поступающий из паропровода, влажный насыщенный с $t_{\text{п}} = 110 \text{ }^{\circ}\text{C}$, $\rho_{\text{п}} = 0,8264 \text{ кг/м}^3$.

4.2 Материальный баланс

Материальный баланс камеры, кг/цикл.

$$\text{Цемент } G_{\text{ц}} = \text{Ц} \cdot V_{\text{б}} = 462,5 \cdot 3,36 = 1554$$

$$\text{Вода } G_{\text{в}} = \text{В} \cdot V_{\text{б}} = 148 \cdot 3,36 = 497,3$$

$$\text{Заполнители } G_{\text{з}} = (\text{П} + \text{Щ}) \cdot V_{\text{б}} = (774,1 + 992,5) \cdot 3,36 = 5935,8$$

$$\text{Арматура } G_{\text{а}} = \text{А} \cdot V_{\text{б}} = 65 \cdot 3,36 = 218,4$$

$$\text{Металл форм } G_{\text{ф}} = 3250$$

Расход материалов:

$$\text{Масса испарившейся воды } W_{\text{i}} = 0,01 \cdot \rho_{\text{б}} \cdot V_{\text{б}} = 0,01 \cdot 2380,8 \cdot 3,36 = 80.$$

$$\text{Масса оставшейся в изделиях воды } G_{\text{Пв}} = G_{\text{в}} - W_{\text{i}} = 497,3 - 80 = 417,3.$$

4.3 Тепловой баланс.

Тепловой баланс камеры, кДж/период

Период подогрева

I. Приход тепла:

Тепло сухой части бетона

$$Q_{Ic} = (G_{ц} + G_{з})c_{стI} = (1554 + 5935,8)0,84 \cdot 20 = 125828,64.$$

Тепло воды затворения

$$Q_{Iв} = G_{в}c_{в}tI = 497,3 \cdot 4,19 \cdot 20 = 41673,74$$

где $c_{в}$ – теплоемкость воды, $c_{в} = 4,19$ кДж/кг·град

Тепло арматуры и закладных деталей

$$Q_{Ia} = G_{a}c_{a}tI = 218,4 \cdot 0,48 \cdot 20 = 2096,64$$

где c_{a} – теплоемкость стали, $c_{a} = 0,48$ кДж/кг·град

Тепло форм

$$Q_{Iф} = G_{ф}c_{ф}tI = 3250 \cdot 0,48 \cdot 20 = 31200$$

Тепло экзотермии цемента

$$\text{при } t_{I-II} = 0,5(t_I + t_{II}) = 0,5(20 + 50) = 35$$

$$\begin{aligned} Q_{Iэ} &= 0,0023 \cdot Q_{э28} \cdot (v/ц)0,44 \cdot t_{I-II} \cdot t_I \cdot G_{ц} \\ &= 0,0023 \cdot 500 \cdot (148/462,5)0,44 \cdot 35 \cdot 1,5 \cdot 1554 \\ &= 0,0023 \cdot 500 \cdot (148/462,5)0,44 \cdot 35 \cdot 1,5 \cdot 1554 \end{aligned}$$

$$= 13210,2$$

Тепло насыщенного пара

$$Q_{Iп} = G_{Iп} \cdot iп$$

где $G_{Iп}$ – масса пара, поступившего в камеру за период подогрева, кг; $iп$ энтальпия пара, кДж/кг.

Суммарный приход тепла за период подогрева

$$\begin{aligned} \sum_1^6 Q_{\text{прих}} &= Q_{Ic} + Q_{Iв} + Q_{Ia} + Q_{Iф} + Q_{Iэ} + Q_{Iп} \\ &= 125828,64 + 41673,74 + 2096,64 + 31200 + 13210,2 + Q_{Iп} \\ &= 214009,22 + G_{Iп}iп \end{aligned}$$

II. Расход тепла:

Тепло сухой части бетона

$$Q_{IIc} = (G_{ц} + G_{з})c_{стII} = (1554 + 5935,8)0,84 \cdot 50 = 314571,6$$

Тепло на испарение части воды затворения

$$Q_{IIсп} = W_i(2493 + 1,97t_{I-II}) = 80(2493 + 1,97 \cdot 35) = 204956$$

Тепло воды, оставшейся в изделиях к концу периода подогрева,

$$Q_{IIв} = G_{IIв}c_{втI-II} = 417,3 \cdot 4,19 \cdot 35 = 61197,1$$

Тепло арматуры и закладных деталей

$$Q_{IIa} = G_{acatII} = 218,4 \cdot 0,48 \cdot 50 = 5241,6$$

Тепло форм

$$Q_{II\phi} = G\phi c\phi t_{II} = 3250 \cdot 0,48 \cdot 50 = 78000$$

Тепло материалов элементов ограждений к концу периода подогрева определяют по формуле

$$Q_{акк} = 7,2\lambda_i F_i (t_{I-II} - t_I) \sqrt{\frac{\tau_I}{a_i \pi}}, \quad \text{при соответствующих } \lambda_i \text{ и } a_i.$$

$$\text{Для стен } Q_{акк}^{ст} = 7,2 \cdot 1,56 \cdot 38,6 \cdot (35-20) \sqrt{\frac{1,5}{0,0028 \cdot 3,14}} = 84944,9$$

$$\text{Для пола } Q_{акк}^{пол} = 7,2 \cdot 1,45 \cdot 13,64 \cdot (35-20) \sqrt{\frac{1,5}{0,0026 \cdot 3,14}} = 28953,5$$

$$\text{Для крышки } Q_{акк}^{кр} = 7,2 \cdot 0,063 \cdot 13,64 \cdot (35-20) \sqrt{\frac{1,5}{0,0010 \cdot 3,14}} = 2028,4$$

$$\text{Таким образом, } Q_{акк}^{II} = Q_{акк}^{ст} + Q_{акк}^{пол} + Q_{акк}^{кр} = 84944,9 + 28953,5 + 2028,4 = 115926,8$$

Потери тепла в окружающую среду через ограждения камеры к концу периода подогрева вычисляем по формуле:

$$Q_{о.с.} = 3,6\tau_I (t_{I-II} - t_I) \sum F_i k_i$$

Для определения потерь тепла через наземную часть стен камеры подсчитываем их площадь и коэффициент теплопередачи:

$$F = F_H + F_B = 2BK(HK - hK) + 2LKHK = 2 \cdot 2,2(0,81 - 0,5) + 2 \cdot 6,2 \cdot 0,81 = 1,364 + 10 \text{ м}^2$$

$$k_{наз} = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_2}}$$

$$k_{наз} = k_H + k_B = \frac{1}{\frac{1}{30} + \frac{0,4}{1,56} + \frac{1}{5}} + \frac{1}{\frac{1}{30} + \frac{0,2}{1,56} + \frac{1}{5}} = 2,08 + 2,84 \text{ Вт/м}^2 \cdot ^\circ\text{C}$$

$$\text{Тогда } Q_{\text{Иназ}}=3,6 \cdot 1,5 \cdot (35-20)(2,08 \cdot 1,364+2,84 \cdot 10)=2530$$

Для определения потерь тепла через крышку камеры подсчитываем её площадь и коэффициент теплопередачи:

$$F=BK_{LK}=2,2 \cdot 6,2=13,64 \text{ M}^2$$

$$K=\frac{1}{\frac{1}{30}+\frac{0,16}{0,063}+\frac{1}{5}}=0,55 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{°C}$$

Потери тепла через крышку

$$Q_{\text{Икр}}=3,6 \cdot 1,5 \cdot (35-20) \cdot 13,64 \cdot 0,55=607,662$$

Для определения потерь тепла через подземную часть стен камеры подсчитываем их площадь и коэффициент теплопередачи:

$$F=2BK_{hK}+2LK_{hK}+LK_{BK}=2 \cdot 2,2 \cdot 0,5+2 \cdot 6,2 \cdot 0,81+6,2 \cdot 2,2=38,6 \text{ M}^2$$

$$k_{\text{под}}=0,5 \text{ кназ}=1,04 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{°C}$$

Потери тепла через подземную часть

$$Q_{\text{Ипод}}=3,6 \cdot 1,5 \cdot (35-20) \cdot 38,6 \cdot 1,04=3251,7$$

$$\text{Тогда } Q_{\text{о.с.}}=Q_{\text{Иназ}}+Q_{\text{Икр}}+Q_{\text{Ипод}}=2530+607,662+3251,7=6389,3$$

Тепло, уносимое конденсатом пара,

$$Q_{\text{Икон}}=i_{\text{конд}}G_{\text{Иконд}}=i_{\text{конд}}(G_{\text{Iп}}-G_{\text{св}}-G_{\text{пр}})$$

Где $i_{\text{конд}}=419$ кДж/кг; расход пара на пропуски в атмосферу $G_{\text{пр}}=0,1 G_{\text{Iп}}$.

Масса пара, занимающая свободный объем камеры,

$$G_{\text{св}}=\rho_{\text{п}}(V_{\text{к}}-V_{\text{ф}}-V_{\text{эл}})=0,8264(11,1-1,68-0,2)=7,6 \text{ кг}$$

$$\text{Следовательно, } Q_{\text{Икон}}=419(G_{\text{Iп}}-7,6-0,1 G_{\text{Iп}})=377 G_{\text{Iп}}-3185$$

Тепло паровоздушной смеси, выбивающейся через неплотности, 10 % от $\Sigma Q_{расх}$:

$$Q_{II\text{выб}} = 0,1 \sum_1^8 Q_{расх} = 0,1(314571,6 + 204956 + 61197,1 + 5241,6 + 78000 + 115926,8 + 6389,3 - 3185 + 377 \text{ ГП}) = 78310 + 37,7 \text{ ГП}$$

Суммарный расход тепла в период подогрева

$$\sum_1^9 Q_{расх} = Q_{IIc} + Q_{IIcп} + Q_{IIв} + Q_{IIa} + Q_{IIф} + Q_{II\text{акк}} + Q_{o.c.} + Q_{II\text{кон}} + Q_{II\text{выб}}$$

$$= 314571,6 + 204956 + 61197,1 + 5241,6 + 78000 + 115926,8 + 6389,3 - 3185 + 377 \text{ ГП} + 78310 + 37,7 \text{ ГП}$$

$$= 861407 + 415 \text{ ГП}$$

Тепловой баланс камеры в период подогрева

$$\sum_1^6 Q_{прис} = \sum_1^9 Q_{расх}, \text{ т. е.}$$

$$214009,22 + G_{IIп} = 861407 + 415 \text{ ГП}$$

При энтальпии паровоздушной смеси $i_{пв} = 990 \text{ кДж/кг}$,

$$G_{IIп} = \frac{861407 - 214009,22}{990 - 415} = 1125,9 \text{ кг/период}$$

Период изотермической выдержки

III. Приход тепла:

Тепло экзотермии цемента

$$Q_{IIэ} = 0,0023 Q_{э28} (В/Ц)^{0,44} t_{II} \text{ ГЦ} = 0,0023 \cdot 500 \cdot 0,61 \cdot 50 \cdot 4 \cdot 1554 = 218026$$

Тепло сухой части бетона

$$Q_{IIc}=314571,6$$

Тепло, аккумулированное ограждениями, $Q_{акк}^{II}=115926,8$

Тепло пара, поступающего в камеру, $Q_{IIп}=ipG_{IIп}$

Суммарный приход тепла в период изотермического прогрева

$$\begin{aligned}\sum_1^4 Q_{прих} &= Q_{IIэ} + Q_{IIc} + Q_{акк}^{II} + Q_{IIп} = 218026 + 314571,6 + 115926,8 + Q_{IIп} \\ &= 648524,4 + Q_{IIп}\end{aligned}$$

IV. Расход тепла:

Тепло на подогрев изделий

$$Q_{IIc} = (G_{ц} + G_{з})c_{стII} = (1554 + 5935,8)0,84 \cdot 50 = 314571,6$$

Тепло, аккумулированное ограждениями,

$$Q_{акк} = 7,2\lambda_i F_i (t_{II} - t_I) \sqrt{\frac{\tau_{II}}{a_i \pi}}, \quad \text{при соответствующих } \lambda_i \text{ и } a_i.$$

$$\text{Для стен } Q_{акк}^{ст} = 7,2 \cdot 1,56 \cdot 38,6 \cdot (50-20) \sqrt{\frac{4}{0,0028 \cdot 3,14}} = 277429$$

$$\text{Для пола } Q_{акк}^{пол} = 7,2 \cdot 1,45 \cdot 13,64 \cdot (50-20) \sqrt{\frac{4}{0,0026 \cdot 3,14}} = 94561,6$$

$$\text{Для крышки } Q_{акк}^{кр} = 7,2 \cdot 0,063 \cdot 13,64 \cdot (50-20) \sqrt{\frac{4}{0,0010 \cdot 3,14}} = 6624,8$$

$$\text{Таким образом, } Q_{акк}^{III} = Q_{акк}^{ст} + Q_{акк}^{пол} + Q_{акк}^{кр}$$

$$= 277429 + 94561,6 + 6624,8$$

$$= 378615,4$$

Тепло, потерянное в окружающую среду через ограждения:

потери тепла через наземную часть стен

$$Q_{III\text{наз}}=3,6 \cdot 4 \cdot (50-20) (2,08 \cdot 1,364+2,84 \cdot 10)=13494,4$$

потери тепла через крышку

$$Q_{III\text{кр}}=3,6 \cdot 4 \cdot (50-20) \cdot 13,64 \cdot 0,55=3240,9$$

потери тепла через подземную часть стен

$$Q_{III\text{под}}=3,6 \cdot 4 \cdot (50-20) \cdot 38,6 \cdot 1,04=17342,2$$

$$\text{Тогда } Q_{o.c.}=Q_{III\text{наз}}+Q_{III\text{кр}}+Q_{III\text{под}}=13494,4+3240,9+17342,2=34077,5$$

Потери тепла с конденсатом

$$Q_{III\text{кон}}=i_{\text{конд}} G_{III\text{конд}}=i_{\text{конд}}(G_{II\text{п}}-0,1G_{II\text{п}}-G_{\text{св}})$$

$$Q_{III\text{кон}}=419(G_{II\text{п}}-7,6-0,1 G_{II\text{п}})=377 G_{II\text{п}}-3185$$

Тепло, выбивающееся через неплотности,

$$Q_{III\text{выб}}=0,1 \sum_1^4 Q_{\text{расх}}$$

$$=0,1(314571,6+378615,4+34077,5-3185+377 G_{II\text{п}})=72409+37,7 G_{II\text{п}}$$

Суммарный расход тепла в период изотермического прогрева

$$\sum_1^5 Q_{\text{расх}}=Q_{III\text{с}}+Q_{III\text{акк}}+Q_{III\text{о.с.}}+Q_{III\text{кон}}+Q_{III\text{выб}}$$

$$=314571,6+378615,4+34077,5-3185+377 G_{II\text{п}}+72409+38 G_{II\text{п}}$$

$$=796488,5+415 G_{II\text{п}}$$

Тепловой баланс камеры в период изотермического прогрева

$$648524,4 + 990Q_{II\Pi} = 796488,5 + 415G_{II\Pi}$$

Тогда расход насыщенного пара в период изотермического прогрева равен

$$G_{II\Pi} = \frac{796488,5 - 648524,4}{990 - 415} = 257,3 \text{ кг/период}$$

Удельный расход пара при нормальных физических условиях на тепловую обработку 1 м³ бетона составляет:

$$q_{II\Pi} = \frac{(G_{I\Pi} + G_{II\Pi})i_n}{V_b i_b} = \frac{(1125,9 + 257,3)990}{3,36 \cdot 2692} = 151,4 \text{ кг/м}^3$$

5 АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА

В процессе термообработки высокотемпературная среда делает ручное управление очень опасным, поэтому нам срочно необходимо автоматизировать этот процесс.

Проектирование модернизации и реконструкции существующих предприятий, новых заводов и реконструкций, производящих железобетонные изделия, требует выбора лучших энергоэффективных технологий и ресурсов для полного использования потенциала этих материалов.

Предприятия строительной индустрии характеризуются большим количеством перерабатываемого сырья. Применение сырья разных сортов в разнообразных сочетаниях (цемента, заполнителей, добавок и др.), различных сортов одного и того же сырья (заполнителей различных фракций, цемента различных марок и т.д.) приводит к отличной работе бетоносмесителей их дозировки. Для обеспечения эффективности и безопасности производства необходимо внедрение необходимого оборудования для автоматизации процесса термообработки.

Автоматизация машинного производства - это передача задач контроля и управления, ранее выполнявшихся людьми, автоматизированному оборудованию.

Высшей формой механизации является автоматизация, а автоматизированные производственные решения значительно повышают производительность:

Повысить качество продукции;

Созданы хорошие условия для эффективного использования строительных материалов;

Количественные поставки цемента и заполнителей;

Сокращение потребления энергии;

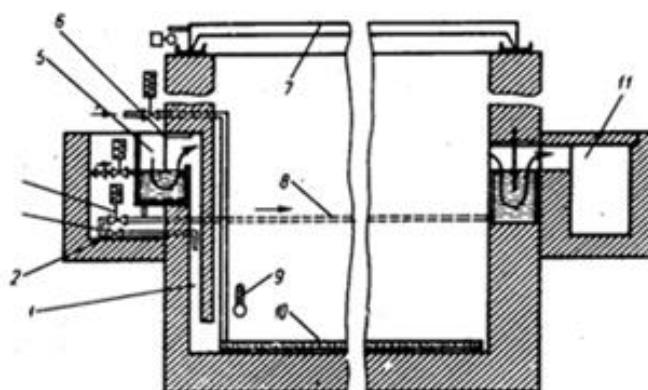
Сокращение численности персонала;

Обеспечение работы без аварий;

Снижены показатели несчастных случаев.

Когда речь идет об определении степени автоматизации производства, важно в первую очередь учитывать ее удобство и экономическую эффективность в каждом конкретном случае. В конечном счете, автоматизация не может полностью заменить человека в производственной среде, но она сделает ручные операции более осмысленными и эффективными.

Рисунок 7-Ямная камера пропаривания



Ямная камера пропаривания

1-канал для выхода паровоздушной смеси; 2-клапаны; 3-труба для слива воды из водяного затвора; 4-электромагнитные клапаны системы автоматики; 5-водяные затворы; 6-гидравлический затвор; 7-крышка; 8-труба соединения водяных затворов; 9-термометр сопротивления; 10-труба для подачи пара; 11-вентиляционный канал.

Процесс пропаривания состоит из следующих этапов:

1) Выдержка - это воздействие на только что сформированный продукт температуры окружающей среды в течение периода времени от нескольких минут до нескольких часов или даже дней. Целью предварительного воздействия на

формуемое изделие перед тепловой обработкой является обеспечение минимально необходимой начальной (критической) прочности бетона, при которой он может выдержать тепловой удар применяемого режима без повреждения его структуры. Оптимальное время твердения зависит от типа и марки (активности) цемента, начальной влажности бетонной смеси, температуры окружающей среды и использования химического ускорителя твердения. В среднем 2-4 часа, в некоторых случаях даже больше, но не менее 1-2 часов. Повышая критическую прочность бетона перед тепловой обработкой, можно увеличить его термическую прочность. Поэтому время, затраченное на начальное твердение бетона, может сэкономить скорость нагрева бетона. Предварительного разогрева можно избежать, используя предварительно разогретую бетонную смесь.

2) Подъем температуры - В течение этого периода сформированный продукт должен достичь указанной максимальной температуры паров либо после предварительной обработки, либо сразу после нее. Повышение температуры среды камеры или бетона является наиболее критическим этапом тепловой обработки, поскольку именно на этапе тепловой обработки в бетоне могут возникнуть структурные аномалии. Характер и степень нарушения структуры зависит от прочности, достигнутой бетоном в начале тепловой обработки, от скорости прогрева среды в камере, а также от ряда других факторов, препятствующих или способствующих развитию деструктивных процессов. Согласно действующим Правилам тепловой обработки бетона и железобетонных изделий на заводах и полигонах, допустимая скорость повышения температуры в помещении не должна превышать 10° за 1 час при критической прочности бетона $1-2 \text{ кгс/см}^2$ и не должна превышать 40° за 1 час при критической прочности $5-6 \text{ кгс/см}^2$. Если предварительная обработка формованного изделия практически затруднительна и изделие поступает на тепловую обработку ниже критической прочности, температуру следует повышать медленно, например, начиная с 10°C в час, причем скорость повышения должна увеличиваться с ростом прочности бетона, вплоть до 30°C в час на заключительном этапе прогрева бетона; это

особенно необходимо, когда обработка осуществляется на поддонах без оборудования для загрузки плит или когда формованное изделие имеет большую открытую поверхность. необходимо. Если термообработка проводится в жесткой металлической форме с плотно закрывающейся крышкой, скорость нагрева может быть увеличена даже без предварительной изоляции. В камере с крышкой бетон можно нагревать до интенсивности 100° в час или более.

3) Изотермический прогрев (изотермия) - это процесс поддержания продукта при постоянной максимальной температуре в течение некоторого времени после того, как температура поднялась до заданной максимальной температуры. Температура (контрольная температура) при изотермическом прогреве ямной камеры в основном определяется маркой бетона и находится в диапазоне от 65°C до 100°C . Продолжительность изотермического нагрева определяется базовой температурой. При низких температурах продолжительность изотермического нагрева значительно увеличивается, что нежелательно из-за снижения оборачиваемости камер и форм для изделий. Однако повышение контрольной температуры увеличивает вероятность недостижения прочности при последующем твердении бетона по сравнению с бетоном, отвержденным в условиях нормальной температуры и влажности. Поэтому для данного вида цемента прочность бетона при максимальной температуре изотермического прогрева определяет продолжительность твердения изделия и прочность, которая должна быть получена в конце тепловой обработки. Следует отметить, что после достижения 65-75% проектной прочности увеличение прочности начинает замедляться с увеличением времени предварительного нагрева, и продолжать тепловую обработку для доведения бетона до полной проектной прочности явно нецелесообразно.

4) Остывание - Период охлаждения (охлаждение камеры) бетона также важен в процессе тепловой обработки, во время которого необходимо защитить бетон от больших колебаний температуры продукта. В этот период важно обеспечить постепенное и равномерное снижение температуры по всему сечению

изделия. Когда продукт извлекается из ямной камеры, разница температур между его поверхностью и температурой наружного воздуха не может превышать 40-45 °С.

Ознакомление с практикой работы пропарочного цеха показало, что в настоящее время контроль и регулирование цикла пропаривания сборного железобетона проводятся следующим образом:

Железобетонные заводы имеют перечень выпускаемых изделий, каждое из которых имеет название, уникальный код и обладает техническими характеристиками (длина, ширина, высота). Для каждого продукта имеется информация об оптимальном режиме приготовления на пару. Оптимальная схема подачи пара включает время предварительной выдержки, время нарастания темпа, время изотермического процесса, температуру, при которой происходит изотермический процесс, время вентиляционного охлаждения и время замораживания.

Рабочий режим пропаривания задается технологом-пропарщиком и может не совпадать с оптимальным. В зависимости от сезона может влиять продолжительность каждого этапа термической обработки. Летом этап изотермии может быть сокращен, а этапы предварительной выдержки, термоостывания или остывания с вентиляцией могут отсутствовать. В зимний период времени может быть увеличена продолжительность любого этапа ТП.

Процесс ТВО осуществляется в паровых камерах. Каждая камера относится к определенному типу, имеет технические характеристики (длина, ширина, высота), содержит определенное количество датчиков и имеет уникальный номер. В сутки в любой камере проходит термическую обработку только одна партия гомогенизированного продукта, которая однозначно определяется датой начала ТП и количеством камер, в которых она размещена.

После погружения ж/б изделий в камеры и их закрытия, специальный рабочий - пропарщик, температуру измеряли каждый час простым техническим термометром со шкалой в 1°C. Из-за визуальных показаний и инерционности теплового процесса требуемая точность не может быть достигнута, и при измерении температуры возникает погрешность в 6°-8°C.

Данные измерений пропарщик записывает в специальный журнал (журнал пропарки), в котором указывается время замера и температура в камере. После окончания ТВО на основании этих записей пропарщик составляет таблицу цикла пропаривания для каждой камеры. В таблице пропарщика интересуют три основных показателя цикла пропаривания: общее количество градусов, температура в камере и часы.

Установление возможных состояний паровой камерой

При управлении ТП необходимо знать, в каком состоянии находится пропарочная камера, чтобы ограничить список возможных действий над ней. К примеру, если ямная камера неисправна, то нет смысла оставлять ее работающей. Состояние ямной камеры определяется текущей стадией ТП и работоспособностью датчиков и исполнительных механизмов.

В таблице 11 показаны семь возможных состояний паровой камеры, полученных в результате анализа предметных областей.

Таблица 11 - таблица рабочего состояния

↺	Состояние↺	Возможные действия↺
-1↺	неисправна↺	-↺
0↺	свободная↺	заполнить сведения о партии и подать сигнал в цех на загрузку камеры↺
1↺	задали сведения о партии и подали сигнал на загрузку в цех↺	1) изменить сведения о партии 2) отменить загрузку партии↺
2↺	приняли из цеха сигнал о загрузке камеры↺	1) запустить ТП 2) отменить пропарку↺
3↺	поместили камеру в очередь камер для запуска↺ ↺	отменить пропарку↺
4↺	идет процесс пропарки↺	прервать ТП↺
5↺	процесс пропарки прерван↺	1) запустить ТП↺ 2) подать сигнал в цех на выгрузку партии↺
6↺	процесс пропарки нормально завершен↺	1) задать новый режим пропаривания и запустить ТП↺ 2) подать сигнал в цех на выгрузку партии↺

5.1 Общие сведения

Определение частоты измерений температуры

Аналоговый сигнал на выходе датчика и аналоговый сигнал преобразователя представляют собой определенный физический параметр, значение которого может быть определено в различные моменты времени.

Если вы хотите использовать электронно-вычислительную машину для обработки аналогового сигнала, этот сигнал должен быть правильно преобразован. Поскольку электронные компьютеры могут оперировать только числами, аналоговые последовательности должны быть преобразованы в эквивалентные цифровые последовательности.

Образец" аналогового сигнала происходит от значения случайной переменной в дискретный момент времени. Частота дискретизации дискретных значений сигнала (частота дискретизации) определяет точность представления сигнала в виде функции дискретного времени.

В правилах выборки указано, что для реконструкции и точного представления аналогового сигнала должны быть выполнены следующие условия:

- 1) Частота дискретизации должна превышать верхнюю частоту спектра сигнала в два или более раз;
- 2) Сигнал занимает ограниченную полосу частот.

Анализ вышеизложенной ситуации приводит меня к выводу о необходимости разработки автоматизированной системы управления и программного регулирования для тепловой обработки сборных железобетонных изделий.

Разработанная система должна иметь следующие функции:

- 1) Фиксированный контроль температуры и режима пара в ямной камере;
- 2) возможность моделирования мнемосхемы пропарочного цеха;

3) Если во время термообработки изменяется режим подачи пара, автоматически сохраняется информация о первоначальном и измененном режиме подачи пара и момент времени, когда было произведено изменение;

4) Если отклонение текущей температуры от заданной превышает максимально допустимое значение, выдается напоминание;

5) Руководящие указания по обслуживанию ямной камеры;

6) Процесс отпаривания может быть прерван по желанию пользователя. Информация о прерывании парового процесса и моменте закрытия ямной камеры обязательно сохраняется в архиве системы;

7) ведение справочника рекомендуемых режимов пропаривания;

8) Список персонала по техническому обслуживанию;

9) Выберите режим приготовления на пару, как рекомендуется;

10) Выбор моделей ямной камеры для различных партий;

11) формирование журнала результатов пропарки ж/б изделий, его печать и просмотр;

12) Установите ограничения уровня доступа к архиву и включите права доступа;

13) Подготовка и печать отчетов о нарушениях технического процесса за определенный период времени (от одного дня до одного года);

14) Возможность отображения результатов процесса пропаривания в графическом формате на экране и для печати;

15) Учет пропаренного продукта в каждой ямной камере за определенный период; хранение и систематизация данных за год и сдача в архив.

Описание функциональной диаграммы

Программное регулирование температурной паровоздушной среды ямной камеры осуществляется комплексом приборов (поз 1). Термометр сопротивления 1-1 воспринимает температуру паровоздушной среды и преобразует его в изменение активного сопротивления чувствительного элемента термометра, включенного в мостовую измерительную схему регулятора п 1-2.

Возможны 3 варианта:

1) $t_{тек} = t_{зад}$, то выходной сигнал должен быть равен 0 и воздействие на исполнительный механизм п.1-3, п.1-4 не осуществляется.

2) $t_{тек} < t_{зад}$, то сопротивление термометра п.1-1 понижается и мостовая измерительная схема выходит из состояния равновесия. Появляется выходное напряжение противоположной фазы, которое после усиления и формирования в соответствии с требуемым законом регулирования поступает на исполнительный механизм регулирующего клапана п.1-3, что приводит к открытию клапана и увеличению или осуществлению подачи пара в камеру.

3) $t_{тек} > t_{зад}$, то сопротивление термометра п.1-1 возрастает и мостовая измерительная схема выходит из состояния равновесия. Появляется выходное напряжение определенной фазы, которая после усиления и формирования в соответствии с требуемым законом регулирования поступает на исполнительный механизм регулирующего клапана п.1-3, что приводит к закрытию клапана и уменьшению или прекращению подачи пара в камеру. Это вызовет уменьшение текущего значения. Как только $t_{тек} = t_{зад}$, выходное напряжение равно 0 и действие клапана п.1-3 прекращается.

Так контролируется температура паровоздушной среды (во время выдержки и разогрева продукта при постоянной температуре).

Как только время, отведенное на подъем и изотермическую выдержку заканчивается, регулятор позиции п. 1-2 прекращает действие на исполнительный механизм п. 1-3, он закрывается, и подача пара в камеру прекращается.

Одновременно регулятор начинает воздействовать на исполнительный механизм 1-4. Он открывается, пар поступает к гидрозатворам камеры, они открываются, одновременно через магнитный пускатель п.1-5 по сигналу регулятора запускается двигатель вентилятора. Атмосферный воздух через открывшиеся гидрозатворы поступает в камеру, омывает и охлаждает изделие и вентилятором удаляется в атмосферу. Таким образом, осуществляется процесс охлаждения изделий.

Для управления процессом в случае выхода из строя регулятора п.1-2 следует перевести систему с автоматического управления (с помощью регулятора) на ручное управление.

Для этого избиратель управления п. 1-6 устанавливается в ручное положение, и регулятор перестает воздействовать на исполнительные элементы системы. В этом случае текущее значение температуры снижается с комплекта приборов п.2-1,п. 2-2, а воздействие на механические элементы осуществляется с помощью кнопки п.1-7,п.1-8, а управление вентилятором с помощью кнопки 1-9.

1)Если $t_{тек}=t_{зад}$, то никакие воздействия на п. 1-7,п. 1-8 не осуществляется

2)Если $t_{тек}>t_{зад}$, В периоды подъема и изотермической выдержки необходимо нажать на кнопку закрытия п. 1-8- подача пара прекращается или уменьшается => $t_{тек}=t_{зад}$.

3) Если $t_{тек}<t_{зад}$, то п. 1-8-открытие. $t_{тек}=t_{зад}=>$ кнопка закрытия п.1-8 и кнопка открытия п.1-7, п.1-3 закрывается, 1-4 открывается и гидрозатворы открываются. Одновременно необходимо нажать пуск1-9.

По истечении времени выключите 1-7- и остановите кнопку-1-9.

Таблица -12 таблица автоматизации ямной камеры

Позиции	Обозначение	Наименование параметров и место отбора импульса	Предельное значение	Место установки	Наименование и характеристика	Тип и модуль	Кол-во
2-3	ТТ	Прибор для измерения температуры показывающий, установленный по месту.	100С	Ямная камера	Термометр манометрический	ТТП-160Сг	8
1-1 2-1	ТЕ	Первичный измерительный преобразователь (чувствительный элемент) для измерения температуры, установленный по месту.	100С	Ямная камера	Термометр сопротивления	ТУЭ-48	8
1-4 1-5 3-2	Н	Аппаратура, предназначенная для ручного дистанционного управления	440 в	На щите	Кнопка управления	ХА2-ВР21	9
2-2 3-3	НС	Переключатель электрических цепей измерения (управления), переключатель для газовых (воздушных) линий	5000 А	На щите	Переключатель	РЕ19	3
1-2	TRC	Прибор для измерения температуры одноточечный, регистрирующий, установленный на щите.	100С	На щите	Логометр	Ш4500	2
3-1	NS	Пусковая аппаратура для управления электродвигателем.	батм	Ямная камера	Магнитный пускатель	ПМЛ 1100 (Р00)	1

4	PR	Прибор для измерения давления (разрежения) регистрирующий, установленный на щите.	батм	Ямная камера	Самопишущий манометр	МВТС-711М1	4
5	PC	Регулятор давления, работающий без использования постороннего источника энергии до себя.	батм	Ямная камера	Регулятор давления прямого действия	КФРД	5
6	PI	Прибор для измерения давления (разрежения)	батм	Ямная камера	Дифманометр	ДСС-712Н	6
7-1	FE	Первичный измерительный преобразователь с чувствительным элементом для измерения расхода, установленный по	батм	Ямная камера	Датчик расхода пара	Dymetic-9431	1
7-3	FQ	Прибор для измерения расхода счетчик, установленный по месту	батм	Ямная камера	Счетчик		1
7-2	FIR	Прибор показывающий изменения соотношения расходов и регистрирующий установленный на щите	батм	Ямная камера	Счетчик		1

Описание принципиальной схемы

Схема электрической схемы может работать как в автоматическом, так и в ручном режимах управления.

Ручной режим управления клапаном подачи пара в камеру и эжекторами затвора камеры реализуется, когда избиратель управления устанавливается в положение "Р". Если текущее значение температуры меньше заданной, необходимо увеличить подачу пара. Для этого нажимаем кнопку, в результате чего образуется цепь.

01

Фаза А-1SF1-1SA1(P)-1SB2-SQ1 N

с-02

Обе обмотки двигателя исполнительного механизма получают питание, и двигатель перемещает регулирующий орган клапана подачи пара в сторону открытия, в результате чего увеличивается расход пара в камеру, и температура паро-воздушной среды в камере возрастает.

Если текущее значение температуры выше заданной, то необходимо уменьшить подачу пара. Для этого нажимаем кнопку SB1. В результате чего образуется цепь:

01

Фаза А-1SF1-1SA1(P)-1SB1-SQ2 N

с-02

Рассмотрим управление клапаном подачи пара к эжекторам затворов камеры. По окончании времени, отведенного на подъем температур, и изотермическую выдержку, необходимо перейти к режиму охлаждения изделий. Для этого нажимаем кнопку SB3. В результате чего образуется цепь:

01

Фаза А-1SF1-1SA1(P)-1SB3-1K2 N

с-02

Обе обмотки получают питание, и двигатель перемещает регулирующий орган клапана подачи пара в сторону открывания. Контакт К2 будет в этот момент замкнут, т.к. клапан был закрыт, и контакт концевого выключателя 1SQ1, установленный в цепи питания обмотки реле К2, замкнут. Реле К2 срабатывает, и его контакт К2 замыкается.

По окончании времени, необходимого для охлаждения изделий, нажимаем кнопку SB4, в результате чего образуется цепь:

01

Фаза А-1SF1-1SA1(P)-1SB4-1К3 N

с-02

Обе обмотки получают питание, и двигатель работает на прекращение подачи пара. Контакт К3 будет в этот момент замкнут, т.к. клапан был открыт и контакт концевого выключателя 1SQ2, установленный в цепи питания обмотки реле К3, был замкнут. И реле сработает.

Рассмотрим управление в автоматическом режиме. Переключатель управления SA1 устанавливается в положение «А».

Регулятор температуры получает питание. Если температура ниже заданной - сопротивление термометра уменьшается. Мостовая измерительная схема регулятора выходит из состояния равновесия, т.е. появляется выходное напряжение, которое после усиления и формирования в соответствии с заданным законом регулирования в виде управляющего сигнала поступает на клемму 8 регулятора. Образуется цепь:

01

Клемма 8-1SQ1 N

с-02

Обе обмотки двигателя получают питание, двигатель перемещает регулирующий орган клапана подачи пара в сторону открывания. В результате чего температура паро-воздушной смеси в камере возрастает до заданной. Когда текущее значение температуры достигнет заданного, управляющий сигнал на клемме 8 регулятора становится равным нулю, двигатель останавливается и дальнейшее перемещение регулирующего органа прекратится.

Если температура выше заданной, то сопротивление термометра увеличивается, мостовая измерительная схема регулятора выходит из равновесия, т.е. появится выходное напряжение другой полярности, которое усиливается, формируется в соответствии с заданной законом регулирования виде управляющего сигнала подается на клемму 7.

Образуется цепь:

с -01

Клемма 7-1SQ2 N

02

Обе обмотки получают питание и двигатель перемещает регулирующий орган клапана в сторону закрытия. Подача пара уменьшается, в результате чего температура паро-воздушной среды понижается и достигает заданной.

Подача пара к эжекторам затворов камеры по окончании времени, отведенного на подъем температуры и изотермической выдержки изделий осуществляется следующим образом. На клемме регулятора 10 появляется сигнал, срабатывает реле 1К1. Замыкается контакт 1К1 в цепи питания обмотки реле времени 1КТ, и оно срабатывает, контакт КТ замкнется. Контакт К2 будет замкнут, т.е. клапан в этот момент закрыт, и контакт концевого выключателя SQ 1, установленного в цепи питания обмотки реле 1К2, замкнут. По цепи: Фаза А -

1SF1 - обмотка 1K2 - SQ1-N –получает питание реле 1K2. Реле 1K2 сработает и контакт 1K2 замкнется. Образуется цепь:

01

Фаза А-1SF1-1SA1(А)-клемма3-1КТ N

с-02

Обе обмотки исполнительного механизма клапана подачи пара к эжекторам гидрозатворов получают питание, и он открывает клапан. Гидрозатворы открываются, и внутреннее пространство камеры сообщается с атмосферой. Одновременно запускается двигатель вентилятора. Атмосферный воздух омывает изделия в камере, охлаждает их и вентилятором выбрасывается в атмосферу. По окончании времени, отведенного на охлаждение изделий обесточивается клемма 10 и обмотка реле 1K1. В цепи питания 1КТ разомкнётся контакт 1K1. Реле 1КТ обесточивается, и его контакт в цепи питания двигателя исполнительного механизма размыкается. Контакт 1K3 замкнут, т.к. клапан в этот момент был открыт и контакт SQ2 концевого выключателя, установленного в цепи питания обмотки реле 1K3, будет замкнут. Срабатывает реле 1K3 и его контакт 1K3 замыкается. Образуется цепь:

с -01

Фаза А-1SF1-клемма3-1K1-1K3 N

02

Обе обмотки получают питание, и двигатель идет на закрытие клапана подачи пара к эжекторам, а при открытии клапана подачи пара к эжекторам замыкается контакт 1K2, зажигается сигнальная лампа HL1. При закрытии клапана замыкается контакт 1K3, загорается сигнальная лампа HL3.

6 ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА

6.1 Описание технологического процесса

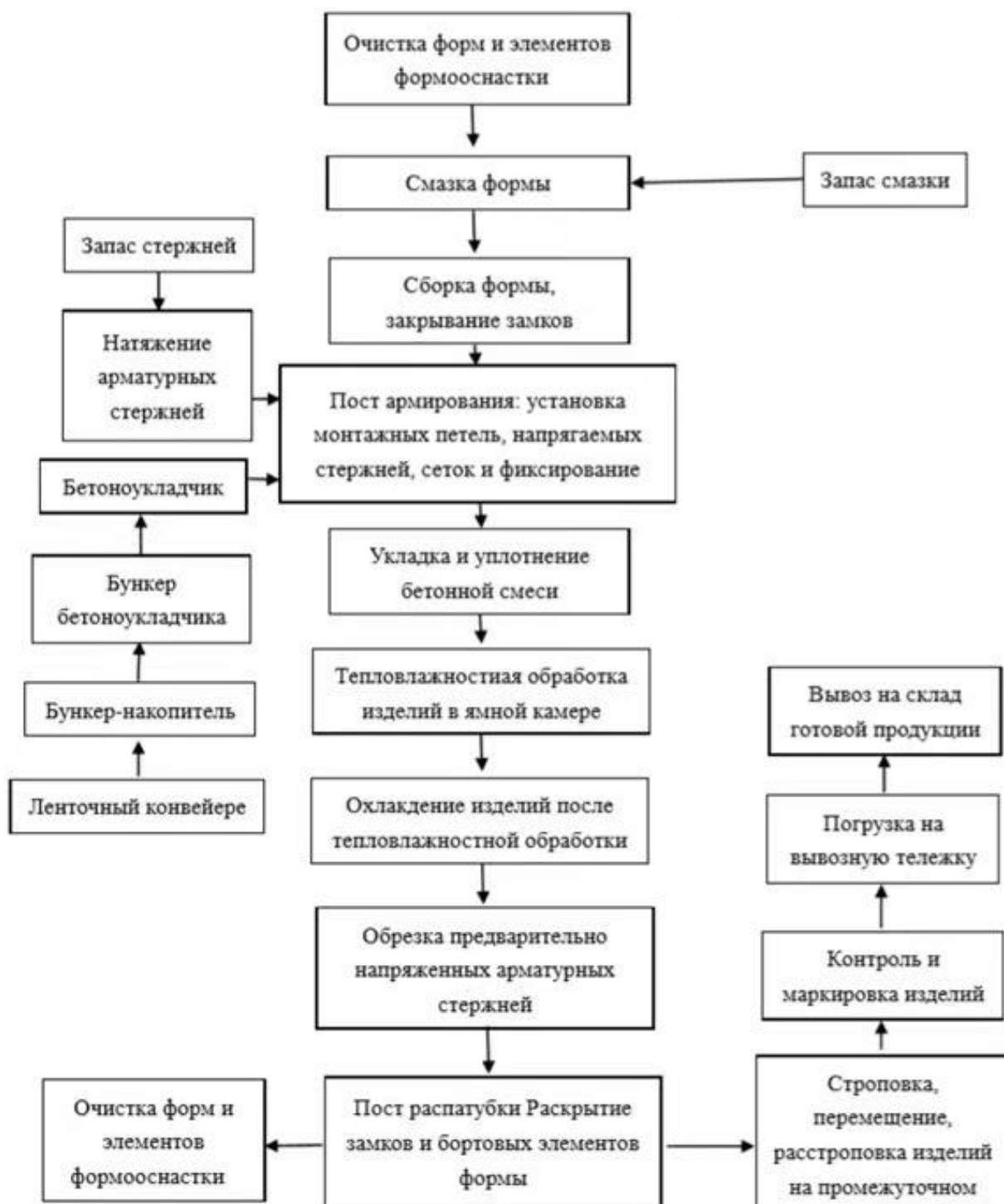


Рисунок 8-Технологическая схема производства ПАГ-14

Подготовка формы

Производство по агрегатно-поточной технологии предварительно напряженные железобетонные плиты ПАГ - 14 для аэродромных покрытий начинается с того, что бетонщик III разряда включает машину СМЖ-112 и наблюдает, как она в течение 1,5 минут очищает форму от остатков и наплывов бетона при помощи цилиндрических щеток из стальной проволоки. Далее форма смазывается обратной эмульсией в течение 1 минуты. Для нанесения смазки используют установку СМЖ-18А, которая наносит смазку на поверхность формы с помощью комплекта передвижных распылителей. Бетонщик III разряда осуществляет контроль за качеством смазки.

Чистую и смазанную форму собирают два арматурщика IV разряда в течение 1,5 минут. Для открывания и закрывания бортов используют устройство СМЖ-793, а закрытие замков производят вручную.

Собранная форма стропуется бетонщиками III разряда в течение 30 секунд и переносится мостовым краном № 1 на пост армирования в течение 1 минуты.

Армирование

На посту армирования форма расстроповывается бетонщиками III разряда в течение 30 секунд. После чего два арматурщика IV разряда вручную устанавливают в форму в течение 1,5 минут закладные детали с приваренными к ним монтажными петлями, а затем также в течение 1,5 минут сетки и поперечные каркасы.

Нагрев арматурных стержней производится в течение 2 минут на установке УНУ-1 НИИЖБ. Она позволяет механизировать подачу стержней на электронагрев, производить высадку анкерных головок на концах стержней,

автоматически нагревать до требуемого удлинения и выбрасывать нагретую арматуру. Установка стержней в упоры формы производится вручную двумя арматурщиками IV разряда в течение 1 минуты.

Далее два арматурщика IV разряда устанавливают продольные и поперечные каркасы, малые сетки, а также верхнюю сетку в течение 4 минут. Подготовленная форма с уложенной арматурой и закрепленными закладными деталями стропуется бетонщиком V разряда в течение 30 секунд и транспортируется мостовым краном №1 в течение 30 секунд на пост формования.

Формование

На посту формования установленная на формоукладчик форма расстроповывается бетонщиком V разряда в течение 30 секунд. Далее формоукладчик подает форму на виброплощадку в течение 1 минуты.

Подготовку бетоноукладчика осуществляет бетонщик V разряда в течение 1 минуты.

Укладка бетонной смеси в форму происходит за два прохода бетоноукладчика. При первом проходе бетоноукладчик укладывает бетонную смесь в течение 1,5 минут первого слоя, после чего бетонная смесь уплотняется виброплощадкой также в течение 1,5 минут. При обратном проходе бетоноукладчика бетонная смесь укладывается во второй слой плиты в течение 1,5 минут. Второй слой бетонной смеси уплотняется виброплощадкой в течение 2 минут. Заглаживание поверхности осуществляется при обратном проходе бетоноукладчика с помощью заглаживающего бруса, установленного непосредственно на бетоноукладчике.

Общий цикл укладки и уплотнения бетонной смеси составляет 6,5 минут. Бетоноукладчиком управляет бетонщик V разряда.

После формирования форму с изделием стропует бетонщик V разряда в течение 30 секунд, после чего форма транспортируется краном №1 в течение 1 минуты на пост тепловой обработки.

Тепловлажностная обработка

На посту тепловой обработки форма устанавливается в ямную пропарочную камеру, где и расстроповывается бетонщиком III разряда в течение 30 секунд. Предварительная выдержка изделий в течение 30 минут происходит непосредственно в камере. После предварительного выдерживания изделия подвергаются тепловлажностной обработке продолжительностью 9,5 часов, ИЗ НИХ на подъем температуры приходится 3 часа, на изотермическое выдерживание при максимальной температуре 4,5 часа и на остывание в тепловом агрегате приходится 2 часа.

После достижения бетоном распалубочной прочности форму стропует бетонщиком III разряда в течение 30 секунд и она транспортируется мостовым краном №1 в течение 30 секунд на пост распалубки.

Распалубка

На посту распалубки форма расстроповывается в течение 30 секунд бетонщиком III разряда.

Обрезка напряженных стержней производится бетонщиком III разряда в течение 3 минут. Обрезка напрягаемой арматуры осуществляется механической пилой симметрично продольной оси изделия.

Распалубка изделия осуществляется двумя бетонщиками III разряда, которые в течение 2 минут вручную раскрывают замки, а далее при помощи специальной машины СМЖ-793 раскрывают борта формы.

После этого бетонщик III разряда стропует изделие в течение 30 секунд и оно при помощи мостового крана №1 в течение 30 секунд переносится на пост отделки.

Отделка изделия

На посту отделки изделие расстроповывает бетонщик III разряда в течение 30 секунд.

Отделку изделия производят два бетонщика III разряда в течение 3 минут. Отделка может включать в себя шпаклевку, шлифовку поверхности, зачистку закладных деталей и кромок от наплывов бетона, устранение дефектов и ремонт сколов. На данном посту осуществляется также контроль и маркировка изделия.

Готовое изделие стропуется в течение 30 секунд бетонщиком III разряда и в течение 1 минуты перемещается и устанавливается мостовым краном №2 на самоходную тележку, при помощи которой осуществляется вывоз изделия на склад готовой продукции.

6.2 Режим работы предприятия

Расчет проектной мощности предприятия производится, исходя из производительности ведущего оборудования, режима работы и фонда чистого времени работы оборудования.

Номинальное количество рабочих суток в году - 260, количество рабочих смен в сутки – 2, продолжительность рабочей смены – 8 часов. Так как способ производства – агрегатно-поточный, то длительность плановых остановок на ремонт составит 7 суток, следовательно, принимаем количество рабочих дней в году – 253.

Расчетный фонд рабочего времени составит 4048 часов.

6.3 график технологического процесса

Оптимизация при заданном ритме выпуска изделий

Оптимизацию будем производить по первому варианту, когда задан ритм выпуска изделий. Неоптимизированный пооперационный график технологического процесса представлен в таблице 13, а оптимизированный - в таблице 14.

Ритм выпуска – количество изделий, выпускаемых в единицу времени.

$$R = \frac{\Pi}{V \cdot B_p \cdot 60}$$

где $\Pi=35500$ м3/год – производительность предприятия;

$V=1,68$ м3 – объем одного изделия;

$B_p=4048$ ч – расчетный фонд рабочего времени.

$$R = \frac{35500}{1,68 \cdot 4048 \cdot 60} = 0,087 \text{ (изд / мин)}.$$

Такт выпуска – интервал времени, через который периодически производится выпуск изделий. Такт выпуска является величиной обратной ритму.

$$T_c = \frac{1}{0,087} = 11,5 \text{ (мин)}.$$

Следовательно, на изготовление одной плиты затрачивается 11,5 минут.

Количество ресурсов, используемых на операции в единицу времени, называют интенсивностью операции. Средняя интенсивность потребления трудовых ресурсов

$$P = \frac{\sum P_{ij} \cdot t_{ij}}{T_c}$$

где P_{ij} – интенсивность потребления ресурсов на операции O_{ij} , чел;

t_{ij} – длительность операции O_{ij} , мин;

T_c – такт выпуска, мин.

- До оптимизации

$$P = \frac{8 \cdot 2,5 + 7 \cdot 2 + 6 \cdot 1 + 5 \cdot 1,5 + 3 \cdot 3 + 2 \cdot 1,5}{11,5} = 5,17 \text{ (чел.)}$$

- После оптимизации

$$P = \frac{5 \cdot 11 + 4 \cdot 0,5}{11,5} = 4,96 \text{ (чел.)}$$

Потери труда из-за неравномерного и неполного использования трудовых ресурсов

$$\Delta H = H_{\phi} - H,$$

где H_{ϕ} – фактические затраты труда в стадийном процессе, чел.·мин;

H – трудоемкость операции стадийного процесса, чел.·мин.

Фактические затраты труда в стадийном процессе

$$H_{\phi} = P_{\max} \cdot T_c,$$

где P_{\max} – наибольшая интенсивность текущего потребления ресурсов (максимальное число рабочих, одновременно занятых на выполнении операций), чел.

- До оптимизации

$$H_{\phi} = 8 \cdot 11,5 = 92 \text{ (чел.} \cdot \text{мин)}.$$

- После оптимизации

$$H_{\phi} = 5 \cdot 11,5 = 57,5 \text{ (чел.} \cdot \text{мин)}.$$

Трудоемкость операций

$$H = \sum_{i=1}^n H_i,$$

где H_i – трудоемкость отдельных операций, чел. · мин.

$$H = 2,5 + 3 + 2 + 3 + 3 + 6 + 8 + 1,5 + 1 + 1 + 1,5 + 1,5 + 1,5 + 2 + 1,5 + 0,5 + 1 + 0,5 + 3 + 4 + 1,5 + 6 + 1,5 = 57 \text{ (чел.} \cdot \text{мин)}.$$

Потери труда из-за неравномерного и неполного использования трудовых ресурсов

до оптимизации

$$\Delta H = 92 - 57 = 35 \text{ (чел.} \cdot \text{мин)};$$

после оптимизации

$$\Delta H = 57,5 - 57 = 0,5 \text{ (чел.} \cdot \text{мин)}.$$

После оптимизации распределения трудовых ресурсов бригада будет состоять из пяти человек:

два арматурщика IV разряда;

два бетонщика III разряда;

один бетонщик V разряда.

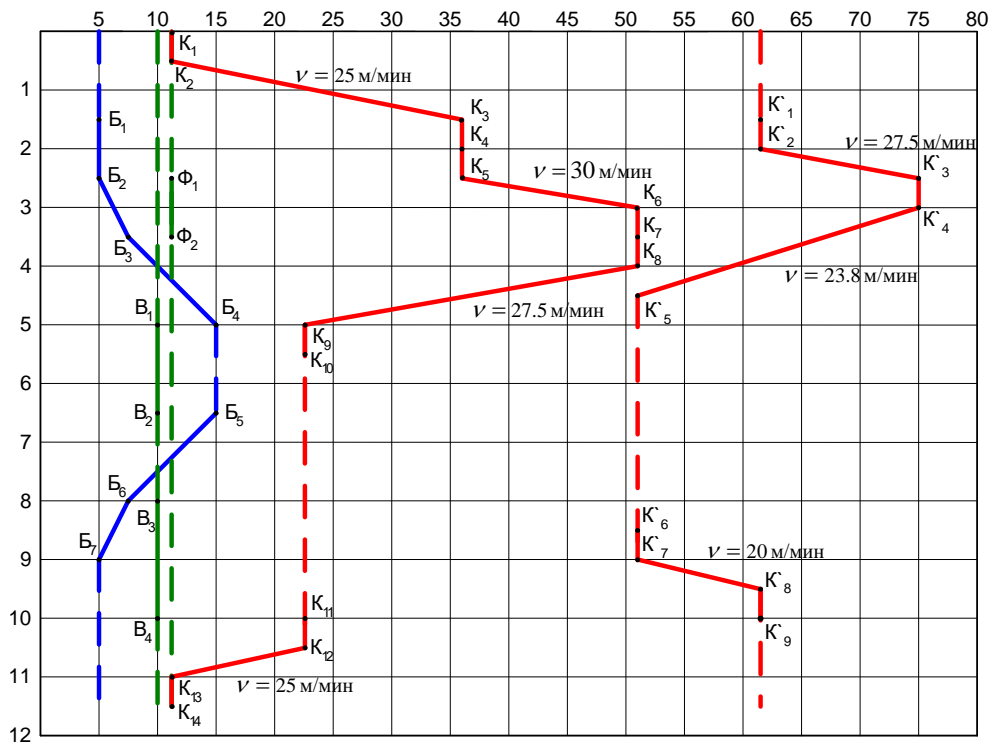
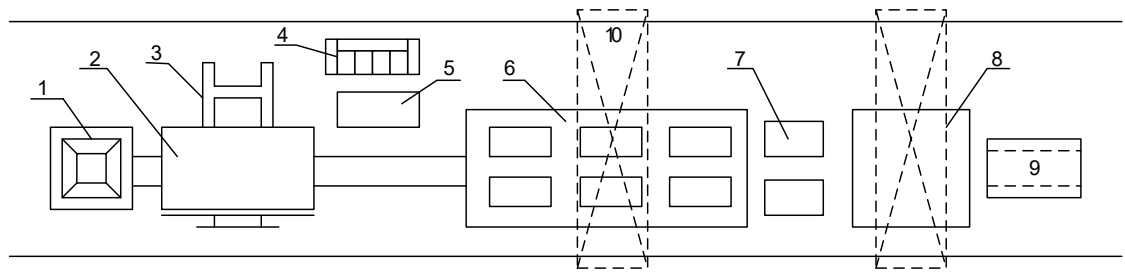
Таблица 13-Неоптимизированный график технологического процесса

Процессы	Операции	Оборудование	Рабочие		Трудоёмкость	Длительность, мин	Время, мин												
			Профессия, разряд	Чел			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1 Подготовка формы	Чистка и смазка формыверхней	СМЖ-112, СМЖ-18А	Бетонщик, 3	1	2.5	2.5	1	1											
	Сборка формы	СМЖ-793	Арматурщик, 4	2	3	1.5			2										
	Перемещение формы на пост армирования	Кран №1	Бетонщик, 3	1	2	2					1								
2 Армирование	Установка закладных деталей	вручную	Арматурщик, 4	2	3	1.5	2												
	Установка сеток и поперечных каркасов	вручную	Арматурщик, 4	2	3	1.5		2											
	Нагрев и укладка напрягаемых арматурных стержней	УНУ-1, вручную	Арматурщик, 4	2	6	3				2									
	Установка продольных поперечных каркасов, малых сеток, а также верхней сети	вручную	Арматурщик, 4	2	8	4						2							
	перемещение формы на формоукладчик	Кран №1	Бетонщик, 5	1	1.5	1.5											1		
3 Формование	установка формы на виброплощадку	формоукладчик	Бетонщик, 5	1	1	1	1												
	подготовка бетоноукладчика	бетоноукладчик	Бетонщик, 5	1	1	1		1											
	укладка бетонной смеси	бетоноукладчик	Бетонщик, 5	1	1.5	1.5			1										
	уплотнение уложенного слоя бетонной смеси	виброплощадка	Бетонщик, 5	1	1.5	1.5				1									
	укладка бетонной смеси в опе плиты, заглаживание поверхности	бетоноукладчик	Бетонщик, 5	1	1.5	1.5					1								
	уплотнение бетонной смеси	виброплощадка	Бетонщик, 5	1	2	2						1							
	перемещение формы с бетонной смесью на тепловую обработку	Кран №1	Бетонщик, 5	1	1.5	1.5											1		
4 ТВО	установка формы в ямную камеру	Кран №1	Бетонщик, 3	1	0.5	0.5	1												
	выемка формы с изделием камеры транспортирование на пост распалубки	Кран №1	Бетонщик, 3	1	1	1		1											
5 Распалубка	установка формы на пост распалубки	Кран №1	Бетонщик, 3	1	0.5	0.5	1												
	обрезка напряженных стержней	механическая пила	Бетонщик, 3	1	3	3		1											
	распалубка изделия	СМЖ-793	Бетонщик, 3	2	4	2				2									
	перемещение изделия на пост отделки	Кран №2	Бетонщик, 3	1	1.5	1.5						1							
6 Отделка	отделка изделия	ручной инструмент	Бетонщик, 3	2	6	3		2											
	установка изделия на самоходную тележку	Кран №2	Бетонщик, 3	1	1.5	1.5				1									
						Чел													
						11													
						10													
						9													
						8	1	1	1	1									
						7	1	1	1	1	1								
						6	1	1	1	1	1	1							
						5	1	1	1	1	1	1	1						
						4	1	1	1	1	1	1	1	1					
						3	1	1	1	1	1	1	1	1	1				
						2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			
						1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
						0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Таблица 14-Оптимизированный график технологического процесса

Процессы	Операции	Оборудование	Рабочие		Трудоёмкость	Длительность, мин	Время, мин																
			Профессия, разряд	Чел			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12					
1 Подготовка формы	Чистка и смазка формостержней	СМЖ-112, располдитель	Бетонщик, 3	1	2.5	2.5								1						1			
	Сборка формы	СМЖ-793	Арматурщик, 4	2	3	1.5																2	
	Перемещение формы на пост армирования	Кран №1	Бетонщик, 3	1	2	2						1											
2 Армирование	Установка закладных деталей	вручную	Арматурщик, 4	2	3	1.5	2																
	Установка сеток и поперечных каркасов	вручную	Арматурщик, 4	2	3	1.5		2															
	Нагрев и укладка напрягаемых арматурных стержней	УНУ-1, вручную	Арматурщик, 4	2	6	3				2													
	Установка продольных поперечных каркасов, малых сеток, а также верхней сети	вручную	Арматурщик, 4	2	8	4									2								
3 Формование	перемещение формы на формоукладчик	Кран №1	Бетонщик, 5	1	1.5	1.5															1		
	установка формы на виброплощадку	формоукладчик	Бетонщик, 5	1	1	1																	
	подготовка бетоноукладчика	бетоноукладчик	Бетонщик, 5	1	1	1																	
	укладка бетонной смеси	бетоноукладчик	Бетонщик, 5	1	1.5	1.5																	
	уплотнение уложенного слоя бетонной смеси	виброплощадка	Бетонщик, 5	1	1.5	1.5									1								
	укладка бетонной смеси в поперечные плиты, заглаживание поверхности	бетоноукладчик	Бетонщик, 5	1	1.5	1.5															1		
	уплотнение бетонной смеси	виброплощадка	Бетонщик, 5	1	2	2															1		
	перемещение формы с бетонной смесью на тепловую обработку	Кран №1	Бетонщик, 5	1	1.5	1.5	1																
4 ТВО	установка формы в ямную камеру	Кран №1	Бетонщик, 3	1	0.5	0.5															1		
	выемка формы с изделием камеры транспортирование на пост распалубки	Кран №1	Бетонщик, 3	1	1	1															1		
5 Распалубка	установка формы на пост распалубки	Кран №1	Бетонщик, 3	1	0.5	0.5																	
	обрезка напряженных стержней	механическая пила	Бетонщик, 3	1	3	3								1									
	распалубка изделия	специальные	Бетонщик, 3	2	4	2															2		
	перемещение изделия на пост отделки	Кран №2	Бетонщик, 3	1	1.5	1.5															1		
6 Отделка	отделка изделия	ручной инструмент	Бетонщик, 3	2	6	3	1															2	
	установка изделия на самоходную тележку	Кран №2	Бетонщик, 3	1	1.5	1.5								1									
						Чел																	
						11																	
						10																	
						9																	
						8																	
						7																	
						6																	
						5																	
						4																	
						3																	
						2																	
						1																	
						0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12					

6.4 Циклограмма работы машин технологического оборудования



1 - бетоноукладчик, 2 - виброплощадка, 3 - формоукладчик, 4 - установка для электронагрева арматуры, 5 - пост армирования, 6 - камера тепловлажностной обработки, 7 - посты очистки и смазки, 8 - зона выдерживания изделий, 9 - самоходная тележка, 10 - кран;

K₁...K₁₄ - работа крана №1, K₁'...K₉' - работа крана №2, B₁...B₇ - работа бетоноукладчика, B₁...B₄ - работа виброплощадки, Φ₁...Φ₂ - работа формоукладчика

Рисунок 2. - Циклограмма работы машин технологической линии

Работа бетоноукладчика (Б₁ – Б₇)

- Б₁-Б₂ – подготовка бетоноукладчика;
- Б₂ – Б₃ – перемещение бетоноукладчика к посту формования;
- Б₃ – Б₄ – укладка бетонной смеси;
- Б₄ – Б₅ – простой бетоноукладчика;
- Б₅ – Б₆ – заглаживание поверхности.
- Б₆ – Б₇ – перемещение с поста формования;
- Б₇ – Б₁ – простой бетоноукладчика.

Работа крана №1 (K₁ – K₁₄)

- K₁ – K₂ – строповка формы с бетонной смесью на посту формования;
- K₂ – K₃ – перемещение формы с бетонной смесью на тепловую обработку;

К₃ – К₄ – расстроповка формы с бетонной смесью;
К₄ – К₅ – строповка формы с изделием в пропарочной камере;
К₅ – К₆ – выемка формы с изделием из камеры и транспортирование на пост распалубки;
К₆ – К₇ – расстроповка формы с изделием на посту распалубки;
К₇ – К₈ – строповка формы на посту распалубки;
К₈ – К₉ – транспортирование формы на пост армирования;
К₉– К₁₀ - расстроповка формы на посту армирования;
К₁₀ – К₁₁ – простой крана;
К₁₁ – К₁₂ – строповка формы с арматурным каркасом;
К₁₂ – К₁₃ – транспортирование формы на формоукладчик;
К₁₃ – К₁₄ – расстроповка формы на формоукладчике.

Работа крана №2 (К'₁ – К'₉)

К'₁ – К'₂ – строповка готового изделия;
К'₂ – К'₃ – транспортирование и установка изделия на самоходную тележку;
К'₃ – К'₄ – расстроповка изделия на самоходной тележки;
К'₄– К'₅ - перемещение крана на пост очистки и смазки;
К'₅ – К'₆ – простой крана;
К'₆ – К'₇ – строповка изделия;
К'₇ – К'₈ – транспортирование изделия на пост отделки;
К'₈ – К'₉ – расстроповка изделия на посту отделки;
К'₉ – К'₁₀ – простой крана.

Таблица 15-Циклограмма работ по выгрузке форм из пропарочной камеры и распалубке плит

Наименование	Состав звена	Трудоёмкость на 1 изд. (чел*мин)	Время выполнения на 1 изд. (мин)	Условные обозначения рабочих	16 мин	17 мин	18 мин	19 мин	20 мин
Строповка и транспортирование формы на пост распалубки	Бетонщик - зразр.	1	1	Б-3					
Установка формы на пост распалубки	Бетонщик - зразр.	0,5	0,5	Б-3					
Обрезка напр. стержней	Бетонщик - зразр. И арматурщик - 4 разр.	3	1,5	Б-3 А-4					
Распалубка	Бетонщик - зразр. И арматурщик - 4 разр	4	2	Б-3 А-4					
ИТОГО:		8,5	5						

6.5 Расчет уровней механизации и автоматизации

Уровень механизации – доля в общем технологическом процессе операций, выполняемых с помощью механизмов, определяется по формуле:

$$U_M = \frac{\sum z_i \cdot k_i \cdot n_i}{3 \cdot \sum n}$$

где z_i - характеристика вида механизации операции:

$z=0$ - операция не механизирована;

$z=1$ - операция выполняется при помощи машины ручного действия;

$z=2$ - операция выполняется при помощи механизированной машины (имеющей электрический или иной привод, но требующей ручного труда);

$z=3$ - операция выполняется при помощи механизированной машины, имеющей электрический или иной привод и не требующей ручного труда;

k - коэффициент степени механизации операций:

$k=1$ - операция механизирована полностью;

$k=0,5$ - операция частично механизирована;

n - количество операций.

Уровень автоматизации - доля в общем технологическом процессе операций, выполняемых при помощи автоматических и полуавтоматических устройств, агрегатов и линий, определяется по формуле:

$$y_a = \frac{\sum z'_i \cdot k'_i \cdot n_i}{1,5 \cdot \sum n}$$

где z' - характеристика автоматизации:

$z'=0$ - операция не автоматизирована;

$z'=1$ - операция выполняется при помощи полуавтоматических устройств, когда функции рабочего сводятся к включению, выключению агрегата и наблюдению;

$z'=1,5$ - операция выполняется автоматически, без участия человека, функции рабочего сводятся к наблюдению;

k - коэффициент степени автоматизации операции:

$k=1$ - операция автоматизирована полностью;

$k=0,5$ - операция автоматизирована частично

Таблица 16– Расчет уровня механизации и автоматизации

№ п/п	Операция	механизация				автоматизация			
		z_i	k_i	n_i	$z_i \cdot k_i \cdot n_i$	z_i'	k_i'	n_i'	$z_i' \cdot k_i' \cdot n_i'$
1. Операции на формовочной линии									
1.1.	Чистка формы	2	0,5	1	1	1	0,5	1	0,5
1.2.	Смазка формы	2	1	1	2	1	0,5	1	0,5
1.3.	Закрытие бортов	3	1	1	3	1	0,5	1	0,5
1.4.	Закрытие замков	0	-	1	0	0	-	1	0
1.5.	Установка закладных деталей и сеток	0	-	1	0	0	-	1	0
1.6.	Нагрев арматурных стержней	3	1	1	3	1	1	1	1
1.7.	Установка арматурных стержней	0	-	1	0	0	-	1	0
1.8.	Установка продольных и поперечных каркасов, малых сеток и верхней сетки	0	-	1	0	0	-	1	0
1.9.	Укладка бетонной смеси в форму	3	1	1	3	1	0,5	1	0,5
1.10.	Уплотнение бетонной смеси	3	1	1	3	1	1	1	1
1.11.	Подача формы в камеру и из камеры	3	1	1	3	1	0,5	1	0,5
1.12.	Термообработка	3	1	1	3	1,5	1	1	1,5
1.13.	Обрезка напряженных стержней	3	1	1	3	1	0,5	1	0,5
1.14.	Отделка изделий	0	-	1	0	0	-	1	0
ИТОГО					14	24		14	6,5
2. Транспортировка и прочие операции									
2.1.	Строповка изделий	0	-	1	0	0	-	1	0
2.2.	Расстроповка изделий	0	-	1	0	0	-	1	0
2.3.	Съем изделий с формы	3	1	1	3	1	0,5	1	0,5
2.4.	Транспортирование краном	3	1	1	3	1	0,5	1	0,5
2.5.	Установка изделия на самоходную тележку	3	1	1	3	1	0,5	1	0,5
2.6.	Подача бетона к посту формования	3	1	1	3	1,5	1	1	1,5
2.7.	Загрузка бетоноукладчика	3	1	1	3	1,5	1	1	1,5
2.8.	Установка формы на виброплощадку	3	1	1	3	1	1	1	1
ИТОГО					8	18		8	5,5
ВСЕГО					22	42		22	12

Уровень механизации

$$U_M = \frac{42}{3 \cdot 22} \cdot 100\% = 63,6\% > 50\%$$

Уровень автоматизации

$$U_A = \frac{12}{1,5 \cdot 22} \cdot 100\% = 36,4\% > 30\%$$

Заключение

В ходе выполнения ВКР произведена организация процесса производства железобетонных аэродромных плит покрытия. Решена проблема рационального использования трудовых ресурсов, в результате чего количество рабочих, занятых в технологическом процессе снижено с 8 до 5 человек, фактические трудозатраты уменьшилось с 92 чел.·мин до 57,5 чел.·мин, сокращение потерь труда из-за неравномерного использования трудовых ресурсов - с 35 чел.·мин до 0,5 чел.·мин.

В процессе работы в виде циклограммы наглядно показано согласование времени выполнения отдельных операций.

Расчеты уровней механизации и автоматизации показали, что общий уровень механизации производственного процесса составил 63,6% (согласно ОНТП 07-85 уровень механизации должен быть не менее 50%), а уровень автоматизации – 36,4% (согласно ОНТП 07-85 – не менее 30%). Дальнейшее повышение уровней возможно при использовании более совершенного оборудования, уменьшающего долю ручного труда в общем объеме трудозатрат.

7 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Заводы сборного железобетона - это очень важные места, где гигиенические условия труда и безопасность не только обеспечивают здоровье всех работающих на предприятии, но и являются важнейшими критериями повышения производительности. Уже при проектировании завода были установлены положения, обеспечивающие вопрос нормальных гигиенических условий труда на предприятиях по производству сборных железобетонных изделий, и они должны строго соблюдаться в процессе эксплуатации. Поэтому для обеспечения безопасных и нормальных гигиенических и здоровых условий труда необходимо строго соблюдать правила промышленной безопасности и охраны труда, действующие на каждом предприятии.

К внутрицеховым работам допускаются лица достигшие 18 лет и прошедшие инструктаж по технике безопасности.

Анализ вредных производственных факторов и опасностей:

Заводская производственная среда с высоким напряжением и током.

Ионизирующее излучение, лазеры и электромагнитные поля присутствуют в производственной среде завода.

Высокотемпературная производственная среда.

Шум, вибрация, ультразвук и инфракрасное излучение на предприятии.

Наличие в воздухе вредных газов и пыли.

Опасности, присутствующие в среде механического производства.

Добавки и промышленное сырье, используемые в производстве, вредны для человека.

Общая характеристика вантовых мостов и предварительно напряженных железобетонных плит в области производства:

Кабельные мосты - это бетонные или железобетонные изделия для электромонтажных работ, предназначенные для прокладки и контроля внутренних и внешних кабельных трасс. Их функция - контроль состояния кабельной продукции, защита от внешних воздействий и возможность замены в любое время.

В комплект входит крышка и бетонное основание. В изделие можно поместить кабели с напряжением до 1000 В. Монтаж кабельных мостов производится в соответствии с ПУЭ и СНиП 3.05.06-85. Основные правила:

При пересечении кабельных линий с другими коммуникациями их следует держать на определенном расстоянии.

Глубина их расположения - не более чем на 2000 мм ниже уровня пола.

На прямых горизонтальных участках. кабель не может быть закреплен в железобетоне.

Если кабели прокладываются в пучках в кабельных лотках, количество кабелей в пучках не должно превышать 12.

пучка не должно превышать 0,1 м.

Во избежание перегрева кабелей основание не должно быть заполнено более чем на половину своего объема.

Промышленное освещение является важной частью производственного процесса, когда недостаточное освещение в производственном цехе мешает рабочим работать должным образом и задерживает график работы; и наоборот, если освещения слишком много, это может привести к усталости. Они оба представляют угрозу для безопасного производства. Выбор правильного осветительного оборудования для создания адаптированной световой среды может значительно повысить производительность труда.

В зависимости от источника света освещение можно разделить на :

Искусственный

Природный

Сочетание обоих

Аварийное освещение подразделяется на освещение для продолжения работы и освещение для эвакуации людей.

Наименьшая освещенность при аварийном режиме должна составлять 5% освещенности, нормируемой для рабочего освещения, но не менее 2 Лк внутри зданий и не менее 1 Лк на площадках предприятий.

Микроклимат

Документами, регламентирующими микроклимат производственной среды, являются ГОСТ 12.1.005 "Воздух рабочей зоны. Основные гигиенические требования", СПиН 2.2.4.548 "Гигиенические требования к микроклимату на производственных предприятиях". В этих документах указаны допустимые и оптимальные значения относительной влажности, температуры и скорости движения воздуха.

Период года	Категория работ	Оптимальные нормы на постоянных и непостоянных рабочих местах			Допустимые нормы на постоянных и непостоянных рабочих местах		
		T, °C	ω, %	v, м/с	T, °C	ω, %	v, м/с
Холодный	Средней тяжести ПБ	17-19	40-60	0,2	21	75	Не более 0,4
Теплый	Средней тяжести ПБ	20-22	40-60	0,3	27	70 (при 25°C)	0,2 – 0,5

Шум

Шум на предприятиях создает предпосылки для возникновения общих и профессиональных заболеваний и травм на производстве, наносит значительный социальный и экономический ущерб. Он оказывает негативное влияние на организм человека, вызывая физиологические и психические расстройства и снижая трудоспособность.

Шум принимает различные формы: он не только создается машинами во время их работы, но и имеет тесную связь с магнитными полями и распределением персонала. К методам снижения шума следует подходить с разных сторон.

С точки зрения персонала: расширить рабочую зону, рассредоточить сосредоточенное население, закрепить за каждым сотрудником звукоизолирующее оборудование, увеличить частоту и продолжительность отдыха сотрудников на свежем воздухе.

С механической точки зрения: регулярное техническое обслуживание машины, замена сильно изношенных деталей и добавление смазочных материалов для продления срока службы.

Вибрация

Вредная для организма вибрация присутствует в рабочей среде, и обычно проводится различие между локальной и общей вибрацией. Общая вибрация воздействует на все тело через опорные поверхности (пол, сиденья). Локальная вибрация воздействует на все части тела. Общие высокочастотные вибрации могут вызвать спазмы кровеносных сосудов, а низкочастотные вибрации могут негативно повлиять на обменные процессы в организме.

Общее время работы с виброинструментом не должно превышать 30% рабочего времени смены для монтажников, 22% для электриков и 15% для регулировщиков. При использовании вибрационных инструментов давление оборудования, удерживаемого в руке, не должно превышать 196 Н, а вес не должен превышать 10 кг.

Вредные вещества

Длительное воздействие вредных веществ может нанести серьезный ущерб и пыль работникам. Радиоактивные элементы, шумовое загрязнение, сам организм человека могут регулировать только часть воздействия извне, а долговременные повреждения не могут быть смягчены.

Так, при нормировании характеристик уровней вибрации и шума, различных видов интенсивности излучения, параметров микроклимата, других факторов производственной среды принято устанавливать некоторые диапазоны (оптимальные и допустимые), за пределами которых современными методами определяются признаки воздействия на здоровье человека.

Требования и нормы гигиенических факторов производственной среды содержатся в ОСТ и ГОСТе Системы стандартов безопасности труда (ССБТ), строительных нормах, гигиенических правилах (СН) и правилах (СНиП), а также в ряде других норм, касающихся охраны труда.

Уменьшение воздействия вредных веществ можно начать с следующих аспектов

1. Преобразование вредных работ в полностью автоматическую производственную линию (без непосредственного участия персонала)
2. Сократить рабочее время персонала и сократить рабочее время в неделю, провести медицинский осмотр
3. Замените здоровые и экологически чистые материалы и замените старые методы производства новой энергией.

Требования безопасности для производственных процессов

Температура нагретых поверхностей оборудования и ограждений тепловых агрегатов на рабочих местах не должна превышать 35 С. При тепловой обработке изделий следует избегать утечки пара из ямной камеры. Для этого с торцов камеры устраивают воздушные завесы и резиновые шторы. Стены камеры обеспечивают теплоизоляцией во избежание больших теплопотерь.

При установке в цехе мостовых кранов необходимо учитывать требования «Правил устройства безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов». Кабина должна быть подвешена со стороны, противоположной расположению токоподводящих троллей. При этом вход в кабину располагается с фронтальной стороны. Для безопасной работы оператора посадочные площадки должны быть обнесены сплошным ограждением от пола площадки до конструкции крана с зазором между ними не более 100 мм.

Предупреждение возникновения вредного влияния вибрации на работающих обеспечивается ее локализацией в сфере «машина – фундамент».

Управление перемещением конвейера осуществляется оператором линии с пульта управления из звукоизолированной кабины, обеспечивающей хороший обзор всей линии.

Запрещается переходить через конвейер во время его движения, переход осуществляется через специальные мостики.

Температура, относительная влажность и подвижность воздуха рабочей зоны должна быть в пределах, установленных ГОСТ 12.1.005. Концентрация вредных веществ в воздухе рабочей зоны должна быть не выше ПДК. Участки чистки, смазки, распалубки, обрезки напрягаемой арматуры должны иметь вытяжную вентиляцию.

Все площадки, расположенные выше 1,1 м от уровня пола, лестницы, переходные мостики и переходы, открытые люки должны быть ограждены перилами высотой не менее 1 м.

Угол наклона постоянно эксплуатируемых лестниц не более 45 °.

Оборудование, требующее обслуживания на высоте 1,1 м и более от пола, должно быть снабжено специальными площадками с ограждением.

Пожаробезопасность.

В силу особого характера заводов, большое количество людей ежедневно участвует в сборке и производстве высокочастотной механической продукции. Исходя из этих факторов, очень важно предотвращать пожары. Чтобы предотвратить огромные потери активов и персонала, на специальных складах должны быть установлены предупреждающие знаки, как для украшения окружающей среды, так и для предостережения персонала от курения в некурящих зонах, тем самым уменьшая скрытую опасность, а на заводе должны регулярно проводиться инспекции. Точки повышенного риска, представляющие угрозу внутренней безопасности, оснащены соответствующим противопожарным оборудованием, регулярно проводится обучение персонала, противопожарные инструктажи, а также, при необходимости, остановки на техническое обслуживание для обеспечения безопасной работы персонала и оборудования.

Охрана окружающей среды

Производственный процесс на заводе может нанести вред окружающей среде: от добычи сырья до производства готовой продукции в процессе неизбежно возникают вредные газы и шум, а также химическое загрязнение. После очистки сточные воды и отходы сбрасываются и утилизируются. Обратите внимание, что нерегулируемые сбросы могут привести к необратимому и пагубному загрязнению окружающей среды. Поэтому необходимо создать собственную систему очистки сточных вод. Необходимо создать профессиональную группу экологических исследований и наблюдателей для

регулярной проверки и мониторинга соответствующих данных и обобщения результатов испытаний и т.д. для местных органов власти с целью защиты окружающей среды.

Правила технической эксплуатации и безопасного обслуживания газоочистных и пылеулавливающих установок; государственные правила контроля работы газоочистных и пылеулавливающих установок; инструкции по проверке газоочистных, пылеулавливающих установок и источников загрязнения воздуха должностными лицами Государственной инспекции и контроля работы пылеулавливающих установок и газоочистки с разрешения Государственной инспекции; правила санитарной охраны поверхностных вод; правила охраны поверхностных вод от загрязнения сточными водами.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Во время выполнения выпускной квалификационной работы я описал метод производства предварительно напряженных бетонных плит для аэропортов. Также была описана конструкция используемого оборудования и его технические характеристики. Я выполнял расчеты по оборудованию; по устройству для термообработки, описывая метод его автоматизации. Было разработано подробное описание организации производства. Кроме того, был рассчитан состав тяжелого бетона. С точки зрения технических характеристик, модернизация технической производственной линии снижает производственные затраты и сокращает срок окупаемости завода.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Баженов Ю.М., Комар А.Г. Технология бетонных и железобетонных изделий: Учебник для вузов. – М.: Стройиздат, 1984. – 672 с.
2. ГОСТ 25912-83 Плиты железобетонные предварительно напряженные для аэродромных покрытий.
3. Домбровский В.Д., Корнгольд Е.А. Проектирование предприятий сборного железобетона. – Киев: Будивельник, 1978 – 144 с.
4. Лямин В.Н. Оборудование для производства строительных материалов и изделий. – М.: Машиностроение, 1991. – 89с.
5. Рекомендации по определению расчетной стоимости и трудоемкости изготовления сборных железобетонных конструкций на стадии проектирования.-М.: Стройиздат, 1987-144с.
6. СНиП 3.09.01 – 85 Производство сборных железобетонных конструкций и изделий.
7. Справочник по производству сборных железобетонных изделий/ Под ред. К.В. Михайлова, А.А. Фоломеева. – М.: Стройиздат, 1982. – 440 с.
8. Трофимов Б.Я. Технология бетона, строительных изделий и конструкций. – Челябинск: Изд. ЮУрГУ, 2002. – 68 с.
9. Трофимов Б.Я., Вальт А.Б. Технология бетона, строительных изделий и конструкций: Учебное пособие к курсовой работе. – Челябинск, Изд. ЮУрГУ, 2000. – 34 с.
10. Цителаури Г.И. Проектирование предприятий сборного железобетона: Учебник для вузов. – М.: Высшая школа, 1986. – 312 с.
11. ГОСТ 25912.0-91 ЖБИ. Стандарт производства предварительно напряженных бетонных плит, используемых в аэропортах
12. ГОСТ 5781-82 Прокат горячекатаный для армирования железобетонных конструкций.
13. ГОСТ 10178-85 Характеристики портландцемента и доменного

шлака портландцемента

14. ГОСТ 10180-90 Используйте метод контрольного образца для проверки прочности бетона.

15. ГОСТ 10181.0-81 Общие требования к методам испытаний бетона

16. ГОСТ 10268-80 Технические характеристики и стандарты тяжелого бетона

17. ГОСТ 13015.4-84 Правила транспортировки и меры хранения ЖБИ

18. ГОСТ 26433.1-89 Система обеспечения точности геометрических параметров в строительстве

19. СНиП 2.01.01-82 Строительные нормы и правила

20. СНиП 3.09.01-85 Нормы и правила для сборных железобетонных зданий и изделий.