

Министерство науки и высшего образования РФ
Южно-Уральский государственный университет (НИУ)
Институт «Архитектурно-строительный»
Кафедра «Строительные материалы и изделия»

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ

Заведующий кафедрой

/А.А. Орлов/

« »

2021 г.

Пояснительная записка к выпускной квалификационной работе

08.03.01.2021.165.00.00.ПЗ

**Изготовление датской плиты на линии циркуляции (предварительное
напряжение в 2х направлениях с звукоизоляционными и облегчающими
конструкцию вкладышами)**

Консультанты:

Руководитель ВКР

Технологический раздел

/ В.В. Зимич /

2021 г.

/ В.В. Зимич /

« »

2021 г.

Механическое оборудование

/ М.Д. Бутакова /

2021 г.

Автор ВКР

Студент группы АС –461

Теплотехника

/ Г.Ф. Аверина /

2021 г.

/ Д.В. Руднев /

« »

2021 г.

Автоматика

/ В.А. Абызов /

2021 г.

Нормоконтролёр

Организация

/ С.Н. Погорелов /

2021 г.

/ Т.Н. Черных /

« »

2021 г.

Экономика

/ В.В. Зимич /

БЖД

/ В.В. Зимич /

2021 г.

Челябинск
2021

АННОТАЦИЯ

Руднев Д.В. Изготовление датской плиты на линии циркуляции(предварительное напряжение в двух направлениях с звукоизоляционными и облегчающими конструкцию вкладышами) – Челябинск: ЮУрГУ, СМиИ, 2021, 82с., 10 ил., 12 табл.

Библиографический список – 29 наименования.

В выпускной квалификационной работе представлены рассмотрена технология изготовления трехслойных стеновых панелей на линии циркуляции, проведен расчет механического оборудования, теплотехнический расчет и экономический. Предложены варианты звукоизоляции и облегчения веса конструкции.

					08.03.01.2021.165.00.00.ПЗ			
<i>Изм</i>	<i>Дата</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				
Разраб.		Руднев Д.В..			<i>Изготовление датской плиты на линии циркуляции(предварительное напряжение в двух направлениях с звукоизоляционными и облегчающими конструкцию вкладышами)</i>	<i>Литера</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
Проверил		Зимич В.В.				ВКР	4	83
Нормоконтр.		Черных Т.Н.				ЮУрГУ (НИУ)		
Зав. каф.		Орлов А.А.				Кафедра «Строительные материалы и изделия»		

СОДЕРЖАНИЕ

СОДЕРЖАНИЕ	5
ВВЕДЕНИЕ.....	7
1 АРХИТЕКТУРНАЯ ЧАСТЬ	8
1.1 Характеристика района размещения предприятия.....	8
1.2 Генеральный транспорт предприятия.....	9
2 НОМЕНКЛАТУРА ВЫПУСКАЕМЫХ ИЗДЕЛИЙ	12
2.1 Продукция завода.....	12
2.2 Выпускаемое изделия	13
2.3 Технические требования	16
2.4 Требования к армированию панелей	23
3 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ	24
3.1 Выбор способа производства.....	24
3.2 Структура производственного процесса	25
3.3 Режим работы предприятия	27
3.4 Технологические расчеты	27
3.5 Звукоизоляционные и облегчающие конструкцию вкладыши	30
4 МЕХАНИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ.....	32
4.1 Расчет производительности бетоноукладчика при заполнении формы смесью	32
4.2 Определение мощности необходимой для передвижения бетоноукладчика	33
4.3 Оборудование, применяемое на технологической линии	34
5 ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ КАМЕРЫ ТЕПЛОЙ ОБРАБОТКИ.....	42
5.1 Режим ТВО	42
5.2 Исходные данные	43
5.3 Определение размеров камеры.....	45
5.4 Материальный баланс камеры.....	47
5.5 Тепловой баланс щелевой вертикальной камеры.....	48

6 ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА	55
6.1 Технологическая схема	55
6.2 Описание технологического процесса.....	56
6.3 Разработка структуры производственного процесса	56
6.4 Разработка структуры производственного процесса	58
6.5 Разработка схем технологического процесса	58
6.6 Циклограмма работ машин технологической линии	58
6.7 Определение уровней механизации и автоматизации	60
6.8 Организация труда рабочих технологической линии	63
7 АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕПЛОВЛАЖНОСТНОЙ ОБРАБОТКИ	65
7.1 Описание процесса автоматизации.....	65
7.2 Автоматизация камеры тепловой обработки	65
8 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ И ОХРАНА ТРУДА	70
8.1 Микроклимат.....	72
8.2 Виды вредных веществ и оздоровление воздушной среды.....	73
8.3 Производственное освещение и создание требуемых условий освещения на рабочем месте.....	74
8.4 Основные требования безопасности к промышленному оборудованию.....	76
9 ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ	78
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	80
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	81

ВВЕДЕНИЕ

На сегодняшний день панельное домостроение является самым распространенным методом возведения зданий. Благодаря массовому применению сборных железобетонных конструкций, возросли масштабы и темпы строительства. По сей день считается, что в дальнейшем сборный железобетон останется основным строительным материалом. Последующая индустриализация строительства, а также создание предприятий с передовой технологией, механизацией и автоматизацией производства связаны с расширением заводского производства изделий и конструкций из сборного железобетона. В данной дипломной работе рассмотрено производство стеновых трехслойных панелей на заводе ООО «Бетотек», изготовленных на финской полуконвейерной линии ELEMATIC. Благодаря отличной энергоэффективности, небольшому весу и высокой жесткости конструкции, сэндвич-панели стали самими популярными изолированными железобетонными изделиями для фасадов. Сэндвич-панель состоит из несущего внутреннего слоя бетона и фасадного слоя бетона с жестким изоляционным слоем. Сэндвич-панели успешно применяются во многих зданиях, включая жилые, офисные, торговые, логистические, общественные или промышленные, в проектах нового строительства и реконструкции. Сэндвич-панели используются для всей оболочки здания, включая внешний фасад, пароизоляцию, изоляцию и внутренний несущий слой.

Преимущества трехслойных стеновых панелей:

- Отличная термоизоляция
- Хорошая водонепроницаемость швов
- Применяемость в холодном и жарком климатах
- Большой выбор способов для отделки поверхности
- Быстрый монтаж

Производство в заводских условиях использует меньше воды и бетона, контролируемая термоизоляция приводит к значительной экономии эксплуатационных расходов здания.

1 АРХИТЕКТУРНАЯ ЧАСТЬ

1.1 Характеристика района размещения предприятия

ООО «БЕТОТЕК» расположен в промышленной зоне Калининского района г. Челябинска. Челябинск находится в полосе резко-континентального климата. Зона влажности района - сухая.

Климатическая зона строительства - I В.

Преобладающее направление ветров: зимнее - Юго-Западное; летнее - Северо-Западное;

Значения повторяемости и скорости ветров приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Повторяемость ветров

Месяц	Повторяемость, % / Скорость ветра, м/с							
	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ
Январь	4,2/6	4,1/4	2,9/4	2,6/6	2,9/18	3,0/37	3,3/12	4,4/13
Июнь	4,5/16	4,3/15	3,5/9	2,6/3	2,9/8	3,1/12	3,8/10	3,2/27

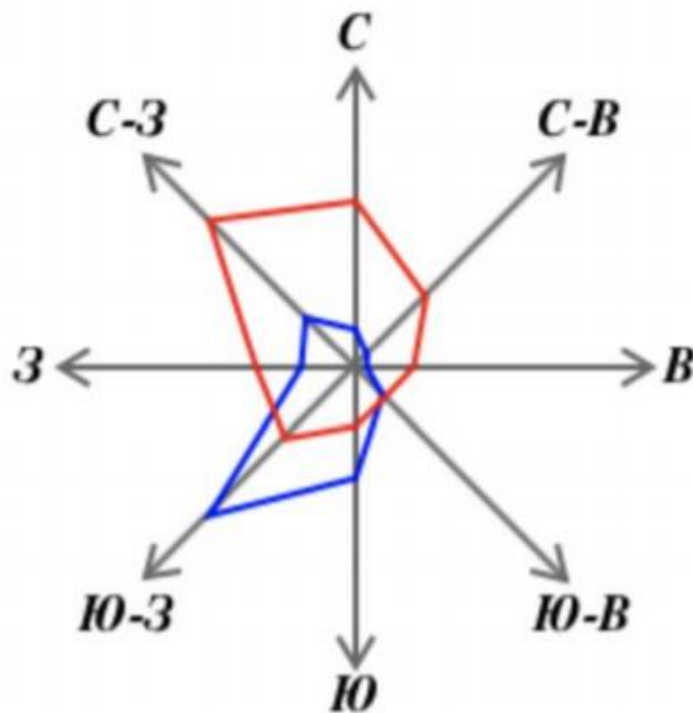


Рисунок 1 – Годовая роза ветров города Челябинск

По данным СП 131.13330.2018 «Строительная климатология» климатические условия города Челябинска характеризуются следующими показателями:

- среднегодовая температура воздуха +2 С;
- средняя температура воздуха в июле и августе месяцах +18,4...+16,2 С;
- средняя температура воздуха в январе месяце -15,8 С;
- в теплый период года преобладают северные и северо-западные ветра 3...5 м/с;
- в зимней период года преобладают юго-западные и южные ветра 2...3 м/с;
- среднее количество осадков в год – 439 мм;
- среднегодовое значение атмосферного давления – 745 мм рт. ст.;
- наибольшая толщина снежного покрова – 40 см;
- глубина грунтовых вод – 4,5 м;
- ветровая нагрузка – 40 кг/м² ;
- снеговая нагрузка – 100 кг/м² ;
- сейсмичность отсутствует;
- зона влажности С.

1.2 Генеральный транспорт предприятия

В настоящее время, предприятие ООО «Бетотек» в основном производят однослойные и трехслойные стеновые панели для наружных и внутренних стен многоэтажных жилых и общественных зданий. Генплан выполнен в соответствии с розой ветров, СП 18.13330.2011 «Генеральные планы промышленных предприятий» и санитарными требованиями. Склад цемента и заполнителей находятся с подветренной стороны. На нем расположены здания и сооружения, инженерно-технические коммуникации, дороги, тротуары, элементы благоустройства. Ведомость зданий и сооружений представлена на таблице 2. Между ними соблюдено требуемое расстояние, дороги выполнены с уклоном не менее 3%, уровень полов зданий принят выше на 150 мм уровня земли. Транспортная сеть включает разво-

ротные площадки и автостоянку. К зданиям и сооружениям по всей их длине обеспечен подъезд пожарных автомобилей с одной стороны и с двух сторон. Расстояние от края проезжей части, обеспечивающей проезд пожарных машин, до стен зданий высотой до 12 м не более 25 м, при высоте зданий свыше 12 до 28м - не более 8 м.

Таблица 2 – Ведомость зданий и сооружений

Наименование	Количество	Площадь, м2
Формовочный цех №1	1	3168
Формовочный цех №2	1	1512
Арматурный цех	1	1512
Склад готовой продукции №1	1	2375
Склад готовой продукции № 2	1	2160

В основном цехе установлены два мостовых крана грузоподъемностью 10 тонн. Каркас цеха: колонны металлические, колонны фахверковые железобетонные, подкрановые балки - металлические, связи – металлические, подстропильных конструкций нет, фермы железобетонные безраскосные для малоуклонной кровли. Стены - навесные панели железобетонные трехслойные теплоизоляционные, кровля - рубероидная по сборным железобетонным плитам с утеплителем. С одного торца предусмотрены ворота двухпольные распашные металлические размером 4х4,2 м, предназначенные для вывоза готовой продукции, эвакуационных выходов. С другого торца здания предусмотрен вход для рельсовых путей, по которым производится адресная подача бетонной смеси с основного бетоно-растворного узла.

В цехе № 2 предусмотрена работа кран-балки грузоподъемностью 5 т, транспортировка исходных компонентов для декоративного бетона. Каркас цеха:

колонны железные двутаврового сечения, подкрановые балки металлические, подстропильных конструкций нет. Стены – навесные теплоизоляционные панели. Продукция этого цеха поступает на закрытый склад готовой продукции №2, оснащенный мостовым краном. Технологическое оборудование для изготовления арматуры размещено в отдельном цехе размерами 18×84м. АРЦ снабжает арматурными сетками, каркасами, гнутыми элементами и прочими изделиями и заготовками три существующих формовочных цеха. Арматура доставляется автотранспортом – погрузчиком с прицепом.

2 НОМЕНКЛАТУРА ВЫПУСКАЕМЫХ ИЗДЕЛИЙ

2.1 Продукция завода

В настоящее время основным видом выпускаемой продукции являются наружные трехслойные железобетонные стеновые панели, которые производятся в ФЦ№1 на финской линии фирмы ELEMATIC, изготовленные по ГОСТ 31310. Для производства наружных стеновых панелей на применяется тяжелый бетон марок В15, В20, В25. Так же на заводе изготавливают:

- однослойные декоративные панели из бетона марок В15, В20, В25;
- изделия из специальных бетонов на специальных заполнителях, цемен-тах, добавках (например изделия из фибробетона);
- пригрузки для кранов лифта и различных подъемных механизмов с при-менением специального заполнителя
- перекрытия, изготавливаемые по рабочим чертежам заказчика, макси-мальные размеры изделия ограничиваются лишь размерами поддона: 3300x9500 мм;
- железобетонные сборные элементы диафрагм жесткости, с петлевыми выпусками и закладными деталями;
- плиты плоские железобетонные, рассчитанные на двухстороннее, трех-стороннее или четырехстороннее опирание с равномерно распределенной нагруз-кой;
- плиты балконов железобетонные для жилых зданий, предназначенные для крупноблочных конструкций;
- перемычки, прогоны и балки железобетонные, изготавливаемые по ГОСТ 24893.1-81, ГОСТ 24893.2-81, ГОСТ 20372-90.

Номенклатура выпускаемых на заводе изделий представлена в таблице 3.

Таблица 3 – Номенклатура выпускаемых изделий

Вид изделия	Размеры, мм	Класс бетона	Масса изделия, т
Стеновые трех- слойные панели	До 3300х9500	B15, B20, B25	До 12
Однослойные де- коративные панели	До 3300х9500	B15, B20, B25	До 12
Изделия из специ- альных бетонов	До 3300х9500		До 12
Пригрузы для кра- нов лифта	До 3300х9500	B15	До 12
Перекрытия по се- рии КУБ	До 3300х9500	B15, B20	До 12
Сборные элементы диафрагм жестко- сти	До 3300х9500	B15, B20, B25	До 12
Плиты плоские	До 3300х9500	B15, B20, B25	До 12
Плиты балконов	До 3300х9500	B15, B20, B25	До 12
Перемычки, про- гоны, балки	До 3300х9500	B15, B20	До 12

2.2 Выпускаемое изделия

Наружные стеновые панели изготавливают по ГОСТ 31310-2015. Толщина наружного слоя: $a=80$ мм из тяжелого бетона B25, F100 (F150 для цокольных панелей).

Толщина внутреннего слоя для навесных панелей $c=80$ мм, из тяжелого бетона B25. В качестве утеплителя используется:

Минераловатные плиты из базальтового волокна:

- теплопроводность (при условии эксплуатации А по СНиП 23-02-2003) 0,038 Вт/м·К;
- плотность 90 кг/м³.

Гибкие связи стеклопластиковые по ТУ 2296-001-20994511-02, либо из нержавеющей стали 12Х18Н10Т по ГОСТ 18143.

Максимальные размеры изделия ограничиваются лишь размерами поддона: 3300х9500 мм.

Трехслойные стеновые панели показаны на рисунке 2.

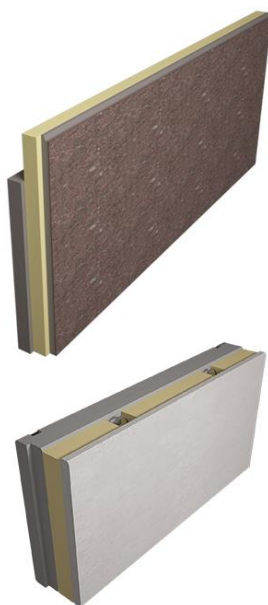


Рисунок 2 – Стеновые трехслойные панели

Панели подразделяют на следующие типы по сочетанию признаков, относящих их к разным классификационным группам :

- а) для надземных этажей
 - ЗНСГ - трехслойная, наружная стеновая несущая панель с гибкими связями (однорядной разрезки),
 - ЗНСЖ - трехслойная, наружная стеновая несущая панель с жесткими связями (однорядной разрезки),
 - ЗНСГ - трехслойная наружная стеновая ненесущая панель с гибкими связями (однорядной разрезки),

- ЗНСж - трехслойная наружная стеновая ненесущая панель с жесткими связями (однорядной разрезки),
- ЗНГг - трехслойная наружная стеновая ненесущая панель горизонтальной полосовой разрезки с гибкими связями,
- ЗНГж - трехслойная наружная стеновая ненесущая панель горизонтальной полосовой разрезки с жесткими связями,
- ЗНВг - трехслойная наружная стеновая ненесущая панель вертикальной полосовой разрезки с гибкими связями,
- ЗНВж - трехслойная наружная стеновая ненесущая панель вертикальной полосовой разрезки с жесткими связями;

б) для цокольного этажа или технического подполья:

- ЗНЦНг - трехслойная наружная цокольная несущая панель с гибкими связями (однорядной разрезки),
- ЗНЦНж - трехслойная наружная цокольная несущая панель с жесткими связями (однорядной разрезки),
- ЗНЦг - трехслойная наружная цокольная ненесущая панель с гибкими связями (однорядной разрезки),
- ЗНЦж - трехслойная наружная цокольная ненесущая панель с жесткими связями (однорядной разрезки);

в) для чердака:

- ЗНЧНг - трехслойная наружная чердачная несущая панель с гибкими связями (однорядной разрезки),
- ЗНЧНж - трехслойная наружная чердачная несущая панель с жесткими связями (однорядной разрезки),
- ЗНЧг - трехслойная наружная чердачная ненесущая панель с гибкими связями (однорядной разрезки),
- ЗНЧж - трехслойная наружная чердачная ненесущая панель с жесткими связями (однорядной разрезки),

- ЗНЧГг - трехслойная наружная чердачная панель горизонтальной полосовой разрезки панель с гибкими связями,
- ЗНЧГж - трехслойная наружная чердачная панель горизонтальной полосовой разрезки панель с жесткими связями,
- ЗНЧВг - трехслойная наружная чердачная панель вертикальной полосовой разрезки панель с гибкими связями,
- ЗНЧВж - трехслойная наружная чердачная панель вертикальной полосовой разрезки панель с жесткими связями.

Область применения панелей определяется:

- назначением зданий и классами их ответственности;
- статической схемой работы наружных стен;
- предельной этажностью или предельной высотой зданий;
- расчетной вертикальной нагрузкой на панель;
- расчетной ветровой нагрузкой в районе строительства;
- расчетной сейсмичностью района строительства;
- степенью огнестойкости зданий;
- классом конструктивной пожарной опасности зданий;
- показателем теплозащиты - максимальное приведенное сопротивление теплопередаче;
- степенью агрессивности воздушной среды;
- температурно-влажностным режимом ограждаемых помещений.

2.3 Технические требования

Цемент

В качестве вяжущего следует применять портландцемент по ГОСТ 10178, ГОСТ 31108 и белый портландцемент по ГОСТ 965. Цемент должен храниться отдельно по маркам и видам в металлических или железобетонных силосах, мешках. Испытания цемента проводить по ГОСТ 310.1 «Цементы. Методы испы-

таний. Общие положения», ГОСТ 310.2 «Цементы. Методы определения тонкости помола», 310.3 «Цементы. Методы определения нормальной густоты, сроков схватывания, и равномерности изменения объема», 310.4 «Цементы. Методы определения прочности при изгибе и сжатии», 310.5 «Цементы. Методы определения тепловыделения», 310.6 «Цементы. Методы определения водоотделения».

Мелкий заполнитель

В качестве мелкого заполнителя применяется песок природный для строительных работ и песок из отходов дробления, соответствующий требованиям ГОСТ 26633. Для приготовления бетонных смесей следует использовать песок с модулем крупности от 2 до 2,5. Применение очень мелких и мелких песков не допускается. Применение песков повышенной крупности нежелательно. Песок разных партий должен храниться в разных отсеках открытого склада заполнителей. Каждая поставляемая партия песка или ее часть, должна сопровождаться документом о качестве (сертификатом). Испытания песка проводить по ГОСТ 8735 «Песок для строительных работ. Методы испытаний», ГОСТ 30108 «Материалы и изделия строительные. Определение удельной эффективной активности естественных радионуклидов».

Крупный заполнитель

В качестве крупного заполнителя для приготовления бетонных смесей используется щебень из природного камня по ГОСТ 8267 фракции 5...20 мм, 2-ой группы по содержанию зерен пластинчатой (лещадной) и игловатой формы. Зерновой состав щебня должен соответствовать требованиям ГОСТ 26633. Испытания щебня проводить по ГОСТ 8269.0 «Щебень и гравий из плотных горных пород и отходов промышленного производства для строительных работ. Методы физико-механических испытаний», ГОСТ 8269.1 «Щебень и гравий из плотных горных пород и отходов промышленного производства для строительных работ. Методы химического анализа», ГОСТ 30108 «Материалы и изделия строительные. Определение удельной эффективной активности естественных радионуклидов».

Вода

Вода для затворения бетонной смеси и приготовления растворов химических добавок должна соответствовать требованиям ГОСТ 23732.

Добавки

Добавки для бетона должны удовлетворять требованиям ГОСТ 24211.

Для формирования панелей следует использовать бетонные смеси, соответствующие требованиям ГОСТ 7473. Для формирования панелей следует использовать бетонные смеси марки по подвижности П-2.

Коэффициент вариации прочности бетона в соответствии с требованиями ГОСТ 13015 должен быть не более 13,5%. Бетоны, применяемые для основных слоев панелей, должны соответствовать требованиям: тяжелый и мелкозернистый бетоны - ГОСТ 26633 [10], легкие бетоны - ГОСТ 25820 [11]. Нормируемая отпускная прочность на сжатие тяжелого и легкого бетонов, а также раствора наружного защитно-декоративного и внутреннего отделочных слоев должна устанавливаться в проектной документации на конкретное здание и указываться в заказе на изготовление панелей с учетом требований [8]. Нормируемая отпускная прочность бетона панелей и наружного защитно-декоративного слоя должна быть не менее 70% проектной прочности бетона на сжатие. Морозостойкость и водонепроницаемость бетона должны соответствовать маркам по морозостойкости и водонепроницаемости, установленным в проектной документации на конкретные здания и указанным в заказе на изготовление панелей. Марки по морозостойкости и водонепроницаемости бетона наружного слоя, защитно-декоративного слоя и железобетонных связей (перемычек или ребер) следует принимать не менее:

- F100 и W4 - для панелей надземных этажей;
- F150 и W4 - для панелей цокольного этажа и технического подполья и парапетных панелей.

Номинальную толщину защитно-декоративного слоя панелей следует принимать, мм, не менее:

- 15 - в надземных панелях;
- 30 - в цокольных панелях и панелях технического подполья.

Проектные классы бетона и марки раствора по прочности на сжатие для наружного защитно-декоративного слоя следует принимать не ниже класса бетона основного слоя и не ниже В7,5.

Объем межзерновых пустот в уплотненной смеси тяжелого бетона для наружного и внутреннего слоев панелей должен быть не более 3%. Фактические значения объема межзерновых пустот и объема вовлеченного воздуха в уплотненной бетонной смеси не должны превышать значений по ГОСТ 25820 [11]. Для получения бетона требуемой долговечности бетонную смесь готовят с воздухововлекающими и пластифицирующими добавками по ГОСТ 24211 [12] и нормативным документам на данные материалы.

Для тяжелого бетона класса прочности на сжатие В25 и марки по морозостойкости F100 состав бетона на 1м³ приведен в таблице 4

В\Ц бетонной смеси 0,53.

Плотность бетонной смеси 2400 кг\м³

Таблица 4 – Состав бетона

Материал	Масса, кг	Объем, л
Вода	145	202
Цемент	260	321
Щебень	1420	854
Песок	550	311

Требования к бетонной смеси указаны в таблице 5

Таблица 5 – Требования к бетонной смеси

Материал	Свойства	ГОСТ
Цемент	Прочность на сжатие, начало схватывания, равномерность изменения объема	ГОСТ 31108
Песок	Зерновой состав, содержание пылевидных частиц, содержание глины в комках, наличие засоряющих примесей	ГОСТ 8735
Щебень	Содержание зерен пластинчатой формы, прочность, насыпная плотность, морозостойкость	ГОСТ 8267
Вода	Наличие нефтепродуктов, масел и жиров, окраска, кислотность, окисляемость	ГОСТ 23732
Добавки	Растворимость в воде, плотность, влажность, однородность	ГОСТ 24211

Условное обозначение панелей

Панели следует обозначать марками в соответствии с ГОСТ 23009 [6]. При установлении обозначений необходимо учитывать следующие положения:

- марка панели состоит из буквенно-цифровых групп, разделенных дефисами;
- первая группа содержит обозначение типа панели и габаритных размеров;
- обозначения типов панелей следует принимать в соответствии с 6.4.9 и дополнять при необходимости буквенными индексами, указывающими на предусматриваемое использование их в стенах зданий или другие особенности конкретных типов;
- длину и высоту панели указывают в дециметрах (округляя до целого числа), а толщину - в сантиметрах;
- во второй группе указывают, при необходимости, вид бетона и обозначения конструктивных особенностей панели.

В качестве утеплителя используются:

Минераловатные плиты из базальтового волокна:

- теплопроводность (при условии эксплуатации А по СНиП 23-02-2003) 0,038 Вт/м·К;
- плотность 90 кг/м³.

В качестве теплоизоляционного слоя следует применять жесткие теплоизоляционные плиты из минеральной ваты на основе базальтового волокна на синтетическом связующем плотностью 80-160 кг/м, а также волостанитового волокна на битумно-минеральной связке.

Полужесткие теплоизоляционные материалы допускается применять только в сочетании с жесткими. В этом случае полужесткие теплоизоляционные плиты должны укладываться непосредственно на слой бетона, являющийся нижним при бетонировании. Допускается применять другие теплоизоляционные изделия и материалы, изготавливаемые по соответствующим стандартам и удовлетворяющие по назначению и условиям применения требованиям настоящего стандарта.

Теплоизоляционные изделия и материалы, применяемые для изготовления панелей, должны иметь гигиенические заключения органов санитарноэпидемио-

логического надзора и сертификат пожарной безопасности. Теплоизоляционные плиты могут располагаться в панелях в один или несколько слоев. Схема расположения плит должна быть указана в рабочей документации. Требования к минеральной вате указаны в таблице 6.

Таблица 6 – Требования к минеральной вате

Свойства	ГОСТ
Плотность	17177
Сжимаемость	17177
Водопоглощение	17177
Звукопоглощение	16297
Теплопроводность	7076

Готовое изделие должно соответствовать требованиям, приведенным в таблице 7.

Таблица 7 – Приемочный контроль готового изделия

Свойства	ГОСТ	Значение
Прочность	10180	По рабочим чертежам
Жесткость	882994	По рабочим чертежам
Трещиностойкость	882994	По рабочим чертежам
Водонепроницаемость	12730	По рабочим чертежам
Теплопроводность	31310	0,038 Вт/м·К
Морозостойкость	10060	F100

2.4 Требования к армированию панелей

Требования к армированию конструкций

Для армирования панелей следует применять арматурную сталь:

- стержневую горячекатаную периодического профиля класса А-III и гладкую класса А-I по ГОСТ 5781;
 - проволочную периодического профиля класса Вр-I по ГОСТ 6727
- [13].

Для закладных изделий следует применять сталь прокатную по ГОСТ 535 [14].

Монтажные петли следует изготавливать из стержневой горячекатанной арматурной стали класса А-I марок СтЗпс и СтЗсп по ГОСТ 5781.

Сталь марки СтЗпс не допускается применять для монтажных петель, предназначенных для подъема и монтажа изделий при температуре воздуха ниже минус 40 С. Сварные арматурные и закладные изделия должны соответствовать требованиям ГОСТ 10922 и ГОСТ 23279. Форма и размеры арматурных и закладных изделий и их положение в конструкции должны соответствовать проекту.

3 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

3.1 Выбор способа производства

Способ производства определенного вида железобетонных изделий выбирается в соответствии с требованием СНиП 3.09.01-85, а также других инструктивных материалов.

На предприятии ООО «БЕТОТЕК» в настоящий момент стеновые трехслойные панели производят поточно-конвейерным способом.

Поточно-конвейерный способ осуществляется при использовании рольгангов или шаговых конвейеров, с помощью которых все формы на технологической линии одновременно перемещаются на следующий пост – на один технологический шаг с заданным ритмом, а также прокатных станов, на которых все операции выполняются на непрерывно движущейся формовочной ленте. Поточно-конвейерные линии оснащаются термоформами, которые собираются в пакеты для ТВО, или оборудуются тепловыми агрегатами непрерывного действия (туннельными, щелевыми, вертикальными). Обычно формовочные конвейеры, пакеты термоформ и линии возврата форм или тепловые агрегаты образуют замкнутые линии, по которым перемещаются формы. Использование поточных способов производства позволяет повысить производительность труда и качество выпускаемых изделий за счет оснащения постов специализированным оборудованием. Появляется возможность автоматизации производства. Недостатками конвейерных линий является то, что они предназначены для узкой номенклатуры изделий, тогда как поточно-агрегатные линии больше отвечают требованиям гибкого производства – они легко перенастраиваются при смене номенклатуры выпускаемой продукции.

В настоящее время на заводе железобетонных изделий используются две технологические схемы производства в двух разных цехах. В цехе формовки панелей изготавливают однослойные и трехслойные изделия для крупнопанельного домостроения по конвейерной технологии (например, трехслойные наружные несущие и ненесущие стеновые панели, внутренние несущие панели и, плиты пере-

крытий и лестничные площадки. В цехе формовки колонн изготавливают лестничные марши, сваи и колонны по стендовой технологии.

3.2 Структура производственного процесса

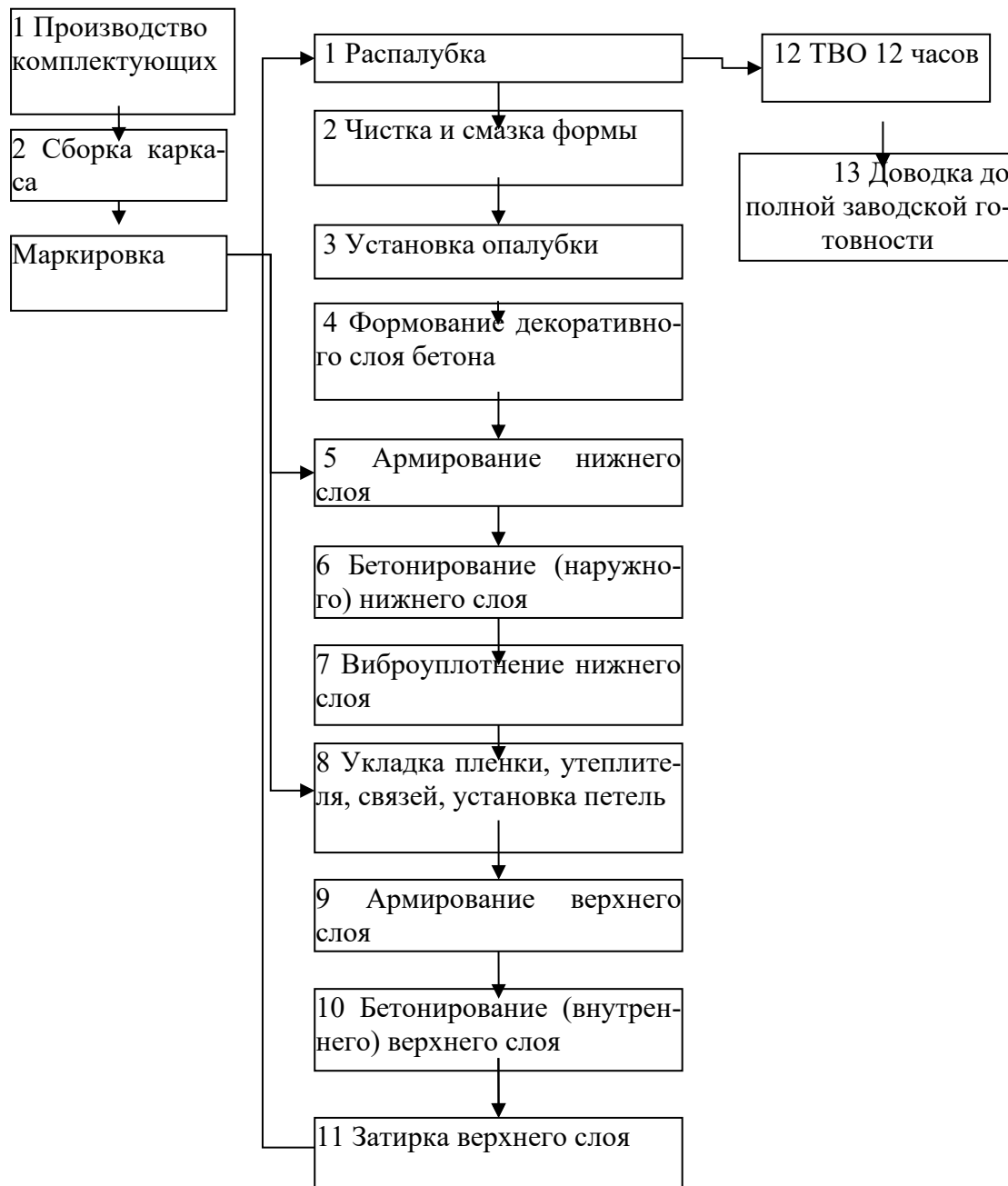


Рисунок 3 – Технологическая схема производства стеновых панелей

Панели изготавливаются на стальных поддонах 3,5х10 (м) в формах с бортонасткой из ламинированной фанеры. Основное технологическое оборудование

для производства размещено в цехе 24×132, оснащенный двумя мостовыми кранами УРАЛКРАН грузоподъемностью 10 т. Технологическое оборудование для изготовления арматуры размещено в отдельном цехе размерами 18×84 м, оснащенный двумя кран-балками, грузоподъемностью 5т.

Тепловая обработка изделий осуществляется в трехсекционной 10-ти этажной камере ТВО в паровоздушной смеси с постоянной влажностью $\phi=80\%$ и с постоянной температурой среды $t=50\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Готовая продукция вывозится на склад готовой продукции (с козловым краном грузоподъемностью 25 т) с помощью самоходной тележки СМЖ-151. Технологический процесс производства панелей осуществляется в следующей последовательности.

После тепловой обработки поддон с изделиями вынимается из камеры с помощью подъемного устройства и устанавливается на пост распалубки. После удовлетворительных результатов проверки прочности бетона лаборатория дает разрешение на распалубку изделий. Борты формы и проеомообразующие элементы разбираются, снимаются, чистятся, и поддон с изделиями перемещают на пост кантования изделий. Готовые изделия вместе с поддоном поворачиваются на кантователе КУ-180 и мостовым краном с помощью траверсы извлекаются из формы и устанавливаются на пост доводки и контроля качества, где изделия подвергаются доводке (раскрытие коробочек тросовых петель, очистка закладных деталей и анкерных стержней и покрытие их защитным составом «Химгрант», извлечение нишеобразующих элементов, очистка установочных и распределительных коробочек), маркировке и приемке ОТК. Принятые изделия, при помощи кран-балки с траверсой (двухконцевым стропом), перемещаются на пост окончательной отделки, где производится ремонт незначительных дефектов, заглаживание поверхности и покраска изделий. Затем изделия при помощи кран-балки с траверсой (двухконцевым стропом) грузятся на самоходную тележку и транспортируются на склад готовой продукции. После распалубки форма очищается от остатков бетона и смазывается смазкой «Поронет» с помощью ветоши вручную. Бетоноукладчик ELEMATIC COMCASTER загружается бадьей адресной подачи бетона. В начале

при необходимости укладывается декоративная бетонная смесь толщиной 30 мм. Уплотнение производится на гидравлической виброплощадке ВПК-10. Затем устанавливается в форму арматурный каркас на фиксаторах и укладывается бетонная смесь наружного слоя. Раскладка утеплителя ведется последовательно слева направо по рабочим чертежам. Параллельно устанавливаются гибкие связи между блоками утеплителя и монтажные петли. Устанавливаются закладные детали, и бетоноукладчиком раскладывается бетонная смесь внутреннего слоя. Уплотнение бетона осуществляется глубинными вибраторами вручную и виброрейкой. Организация доставки бетонной смеси должна исключать перерывы в формировании. По окончании формирования бадья адресной подачи бетона и бетоноукладчик перемещается на пост мойки, где тщательно промывается от остатков бетона. Отформованные изделия на поддоне загружаются в камеру тепловой обработки.

3.3 Режим работы предприятия

В соответствии с требованиями ОНТП 07-85 принимается:

- Номинальное количество рабочих суток в году – 247;
- Количество рабочих смен в сутки – 2;
- Продолжительность рабочей смены – 12ч.

Фактическое число рабочих суток в год определяется как номинальное количество рабочих суток в год за вычетом длительности плановых остановок на ремонт.

3.4 Технологические расчеты

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

$$P=60 *B_p*h*\frac{V}{R}, \quad (1)$$

где h- число рабочих часов в сутки, h=24;

V_p – число рабочих суток в году;

V – объем одновременно формуемых изделий, m^3 ;

r – ритм работы конвейера по наиболее загруженному посту, мин.

Расчетный ритм работы конвейерной линии определяют хронометражными измерениями на посту с наибольшей продолжительностью выполнения всех операций с учетом продолжительности перемещения и резервного времени.

$$P=60*247*23*2,61/25=35585 \text{ м}^3/\text{год.}$$

Длина конвейерной линии периодического действия:

$$L_{пк}=m_1*l_{cp}+l_p*(p-1), \quad (2)$$

где m_1 – число постов полуконвейерной линии;

l_{cp} – средняя длина формы, м;

l_p – длина разрывов, 0,4...1,5 м;

p – число разрывов.

$$L_{пк}=8*10+1,5*(7-1)=89 \text{ м.}$$

Число форм на линии производства с учетом 5% запаса на ремонт:

$$N=1,05*(m + 60S/r), \quad (3)$$

где S – продолжительность тепловой обработки изделия, ч;

m – число постов конвейера.

$$N=1,05*(5+60*12/25)=35 \text{ шт.}$$

Выработка в год на одного рабочего (m^3 /чел):

$$B = P/b=35\ 585/24=1482 \text{ м}^3/\text{чел.}, \quad (4)$$

где P – годовая производительность линии, m^3 ;

b – суточное число рабочих в бригаде.

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

$$\Sigma b_i * p_i / \Sigma b_i = (10*4+10*3)/20 = 3,5, \quad (5)$$

Затраты труда на единицу изготавливаемой продукции в чел.*час/ m^3 устанавливаются исходя из состава производственной бригады:

$$r = R*c*h/P*n_c, \quad (6)$$

$$r = 24*247*24/35\ 585*2 = 1,9 \text{ чел.*час}/\text{м}^3,$$

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

c – число рабочих суток в году;

h – число рабочих часов в сутки;

P – годовая производительность, м³ ;

n_c – число смен в сутки.

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

$$Z = r * \phi * 1,1 * 1,061 * 1,2 * 1,331, \quad (6)$$

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

$$Z = 1,656 * 1,99 * 67,47 = 222,3 \text{ м}^3.$$

Определение вместимости складов материалов и технологический расчет
бетоносмесительного цеха:

Первый цех по производству трехслойных железобетонных стеновых пане-
лей имеет размеры 24×132м. Цех для изготовления арматуры имеет размеры
18×84м. К АРЦ прилегает второй формовочный цех 18×84м по производству од-
нослойных внутренних стеновых панелей, плит перекрытий и вентиляционных
блоков.

Склады готовой продукции заводов железобетонных изделий проектируют-
ся в соответствии с ОНТП 07-85. Для хранения изделий и конструкций из тяжёло-
го бетона применяют, как правило, открытые склады, представляющие собой
площадку с твёрдым покрытием с небольшим уклоном для стока атмосферных
осадков. Площадка оборудуется железобетонной рельсовой эстакадой при ис-
пользовании мостовых кранов, а также дорогами для подъезда транспортных
средств и площадкой для их загрузки. Готовые изделия складываются горизон-
тально. Площадь склада готовой продукции определяется по формуле:

$$A = \frac{\Gamma_{\text{сут}} * \Gamma_{\text{хр}} * K_1 * K_2}{\Gamma_{\text{н}}}, \quad (7)$$

где $\Gamma_{\text{сут}}$ – суточное поступление изделий на склад, $\Gamma_{\text{сут}} = 120 \text{ м}^3$, т.к. производительность первого цеха 1900 м^3 в месяц, второго цеха 1700 м^3 в месяц;

$\Gamma_{\text{хр}}$ – продолжительность хранения изделий на складе, сут, для заводов ЖБИ $\Gamma_{\text{хр}} = 10 \dots 14$ 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 $K_2 = 1,3$;

$\Gamma_{\text{н}}$ – объём изделий, хранящийся на 1 м^2 площади склада: $\Gamma_{\text{н}} = 1 \text{ м}^3$.

К изделиям на складе должны быть свободные проходы.

$$A = \frac{120 * 12 * 1,5 * 1,3}{1} = 2808 \text{ м}^2 \quad (8)$$

3.5 Звукоизоляционные и облегчающие конструкцию вкладыши

Оптимизация легких сэндвич-панелей интенсивно изучается, но оптимизация с точки зрения акустической цели все еще остается актуальной темой. Оптимизацию конструкции легких сэндвич-панелей путем одновременного максимального увеличения звукоизоляции и минимизации массы панели можно добиться с помощью утеплителя, изготовленного из минеральной ваты.

По нормам максимально допустимый уровень шума днем не должен превышать 45 дБ, а ночью - 35 дБ. Для наших ушей наиболее комфортным является уровень шума в 25 дБ.

Самый надежный способ избавиться от посторонних шумов – звукоизоляция. Все материалы делятся на звукоизолирующие и звукопоглощающие. Первые отражают звук и не позволяют ему пройти сквозь стену. К звукоизолирующим материалам относят гипсокартон, бетон, кирпич и другие.

Звукопоглощающие материалы максимально поглощают шумы и не дают им отразиться обратно. К этой категории материалов относят минеральную вату, стекловолокно, пенополиуретан и т.д.

Наиболее эффективными звукопоглотителями сегодня считаются материалы на основе минеральной ваты.

Отличная звукоизоляция. Минеральная вата способна снизить уровень шума на 43-62 дБ. Низкая теплопроводность. Пожаробезопасность. Каменная вата устойчива к воздействию высоких температур. Даже при температуре в 1000 градусов она не горит, не плавится и не дымит. Паропроницаемость. Благодаря тому что каменная вата не допускает скопления влаги, стены дома надежно защищены от появления плесени и грибка. Долговечность. Материал не деформируется, сохраняет свои качества на протяжении всего срока эксплуатации. Экологичность. Изготовленный из натуральных компонентов, материал не содержит вредных для человека веществ.

Минеральная вата является одним из наиболее востребованных в настоящее время утеплителей для сэндвич-панелей. Базальтовое волокно производится из силикатных расплавов горных пород, шлаков или их сочетаний. Как правило, панели с минватой актуальны при возведении несложных по конструкции построек, ремонт которых при возникновении необходимости будет проведен очень быстро. Минеральная вата ценна тем, что не поддерживает открытого горения; она обеспечивает отличные показатели тепло- и звукоизоляции, стойко переносит температурные колебания, воздействие агрессивных веществ.

Облегчение веса конструкции можно добиться при помощи использования во внешнем слое легких бетонов по ГОСТ при объеме межзерновых пустот не более 3 %. Класс бетона по прочности на сжатие - В12,5 и выше. Марка бетона по прочности на сжатие - М100 и выше. Для определения дальнейших технических показателей требуется провести более объемную исследовательскую работу.

4 МЕХАНИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

4.1 Расчет производительности бетоноукладчика при заполнении формы смесью

$$Pv = 60 \frac{V_{изд} \cdot z_{изд} \cdot k_p \cdot k_{изд}}{t_{ц}}, \text{ м}^3/\text{ч} \quad (9)$$

$$Pv = 60 \frac{2,61 \cdot 1 \cdot 1,2 \cdot 0,85}{7,78} = 20,53, \text{ м}^3/\text{ч}$$

где $V_{изд}$ – объем изделия, м^3 ;

$$V_{изд} = 2,98 \cdot 2,785 \cdot 0,315 = 2,61 \text{ м}^3$$

$z_{изд}$ – количество одновременно формуемых изделий, шт, $z_{изд}=1\dots 2$; k_p – коэффициент разрыхления смеси,

$k_p=1,12\dots 1,2$; k_B – коэффициент использования машины по времени, $k_B=0,85\dots 0,95$;

$t_{ц}$ – продолжительности цикла укладки смеси в формы, мин

$$t_{ц} = t_H + t_{II} + t_{У} + t_B, \text{ мин}, \quad (10)$$

$$t_{ц} = 2,36 + 1,56 + 1,5 + 2,36 = 7,78 \text{ мин},$$

где t_H – продолжительность наполнения бункера укладчика смесью, мин

$$t_H = \frac{V_B \cdot k_{У} \cdot k_{II}}{P_{лп}}, \text{ мин}; \quad (11)$$

$$t_H = \frac{2,088 \cdot 1,12 \cdot 1,01}{1} = 2,36 \text{ мин},$$

где V_B – вместимость бункера укладчика

$$V_B = V_{изд} \cdot 0,8 \quad (12)$$

$$V_B = 2,61 \cdot 0,8 = 2,088 \text{ м}^3$$

$k_{У}$ – коэффициент уплотнения смеси, $k_{У}=1,12\dots 1,2$; k_{II} – коэффициент, учитывающий потери смеси при загрузке в бункер, $k_{II}=1,01$; $P_{лп}$ – производительность ленточного питателя, $\text{м}^3/\text{мин}$; t_{II} – продолжительность передвижения укладчика со смесью к форме, мин

$$t_{II} = \frac{l}{60v_{укл}}, \text{ мин}; \quad (13)$$

$$t_{II} = \frac{15}{60 \cdot 0,16} = 1,56 \text{ мин,}$$

где l – расстояние от загрузочного конвейера до поста формирования (укладки) смеси, 10...15 м;

$v_{УКЛ}$ – скорость передвижения укладчика, м/с;

$t_{У}$ – продолжительность укладки смеси в форму, мин

$$t_{У} = \frac{(l_{\Phi} + l_{УКЛ}) \cdot n_{ПР}}{60 v_{УКЛ}}, \text{ мин,} \quad (14)$$

$$t_{У} = \frac{(3,6 + 3,6) \cdot 2}{60 \cdot 0,16} = 1,5 \text{ мин,}$$

где l_{Φ} – максимальная длина формы, 1,2...3,6 м;

$l_{УКЛ}$ – ширина бетоноукладчика, 3,6 м;

$n_{ПР}$ – количество проходов бетоноукладчика при укладке бетонной смеси, $n_{ПР} = 2...3$; $t_{В}$ – продолжительность перемещения укладчика в исходное положение под загрузку, мин

$$t_{В} = t_{H}, \text{ мин.} \quad (15)$$

4.2 Определение мощности необходимой для передвижения бетоноукладчика

$$N_{Б} = \frac{W \cdot v_{УКЛ}}{1000 \eta} = \frac{(G + Q) \frac{2\mu_1 + \mu_f}{D} \cdot \beta \cdot v_{УКЛ}}{1000 \eta}, \text{ кВт,} \quad (16)$$

$$N_{Б} = \frac{(49050 + 47088) \frac{2 \cdot 0,0008 + 0,08 \cdot 0,06}{0,3} \cdot 3 \cdot 0,16}{1000 \cdot 0,8} = 1,23 \text{ , кВт,}$$

где:

W – сила сопротивления передвижения бетоноукладчика, Н;

η – КПД привода,

$\eta = 0,8...0,9$;

G – сила тяжести бетоноукладчика, Н;

Q – сила давления от бетонной смеси в бункере, Н;

μ_1 – коэффициент трения перекачивания колес, м, $\mu=0,0008\dots0,001$ м;

f – коэффициент трения в цапфах колес, $f=0,08$;

d – диаметр цапфы подшипника, м, $d=0,06$ м;

D – диаметр колес бетоноукладчика, м, $D=0,3$ м;

β – коэффициент, учитывающий трение реборд колес о рельсовый путь, $\beta=2,5\dots3$;

ρ_b – плотность бетонной смеси, $\rho_b = 2400$ кг/м³.

$$G = M_b * g = 5000 * 9,81 = 49050 \text{ Н} \quad (17)$$

$$Q = V_{\text{бункера}} * g * \rho_b = 2 * 2400 * 9,81 = 47088 \text{ Н} \quad (18)$$

4.3 Оборудование, применяемое на технологической линии

Бетоноукладчик Elematic Comcaster E9 предназначен для формовки и заливки бетона для производства сборных стеновых панелей. Он обеспечивает быструю скорость формования даже до 2000 л в минуту с самоуплотняющимся бетоном, и до 1000 л в минуту с влажным бетоном. Бетоноукладчик Elematic Comcaster E9 оснащен усовершенствованной системой псевдооживления бетона. В отличие от стандартных бетоноукладчиков, данная система позволяет использовать более низкое водоцементное соотношение и формовать более жесткие бетонные смеси.



Рисунок 4 – Бетоноукладчик Comcaster ELEMATIC E9-2500

Бетоноукладчик Comcaster ELEMATIC E9-2500 обладает следующими преимуществами:

- оптимален для условий, когда необходим низкий уровень шума;
- бетоноукладчиком можно управлять с помощью пульта радиуправления;
- повышенная точность дозирования, благодаря чему есть возможность формировать слои разной толщины;
- высокая скорость формирования бетонной смеси;
- высокий уровень автоматизации управления.

Технические характеристики бетоноукладчика:

- объем бункера – 2 м³;
- скорость подачи бетонной смеси – 2000 л/мин;
- установленная мощность – 16 кВт;
- емкость бункера – 2500 л ;
- габаритные размеры, мм: длина – 8000 мм, ширина – 3600 мм, высота – 4400 мм.

Бадья адресной подачи бетонной смеси ELEMATIC E9 - 2800

Бадья предназначена для подачи бетонной смеси с БРУ к бетоноукладчику. Доставка осуществляется по подвесным рельсовым путям. Преимущества данной доставки:

- полностью автоматизированный процесс;
- скорость передвижения бадьи до 180 м/мин;
- возможность прокладки подвесного пути по склонам;

Технические характеристики бадьи адресной подачи:

- объем бадьи – 4 м³ ;
- мощность – 7,5 кВт;
- скорость передвижения 180 м/мин;

- габаритные размеры, мм: длина – 3000 мм, ширина – 1510 мм, высота – 1600 мм.

Козловой кран ККГЗ-25-32

Готовая продукция вывозится на склад готовой продукции (с козловым кра- ном грузоподъемностью 25 т) с помощью самоходной тележки.

Технические характеристики:

- грузоподъемность – 25 т;
- высота подъема крюка – 9 м;
- пролет – 32м;

Самоходная тележка СМЖ 151

Самоходные автомобили используются для перевозки крупногабаритных грузов массой до 60 тонн. Транспортировка осуществляется по специальным внутренним железнодорожным путям стандартной ширины; Транспортировка осуществляется в мастерских, помещениях, а также на открытых пространствах и улицах.

Он состоит из плоского каркаса из перекладин. Два колеса с четырьмя пневмати- ческими колесами дополнены специальными зубчатыми ободами. К каркасу кре- пятся балки и на них ложится нагрузка. Управляется клавиатурой. В задней части находится привод, включающий: механизм двигателя; механическая коробка пе- редач; тормозное устройство; тормозная муфта; В передней части находится пло- щадка для управляющего и рулевых механизмов СМЖ 151. Отсюда человек пе- ремещает грузовик и перевозит товары, регулирует скорость и подает сигналы. Верхняя панель тележки состоит из кнопок и рычагов, таких как: кнопка включе- ния, кнопка аварийной остановки, сигнальная кнопка, установка скорости тележ- ки.

- максимальный объем груза до 40 тонн;
- база тележки – 1524 мм;
- длина тележки – 7000 мм;
- скорость передвижения – 40 метров в минуту;
- вес – 3450 кг;
- ширина тележки – 2500 мм.

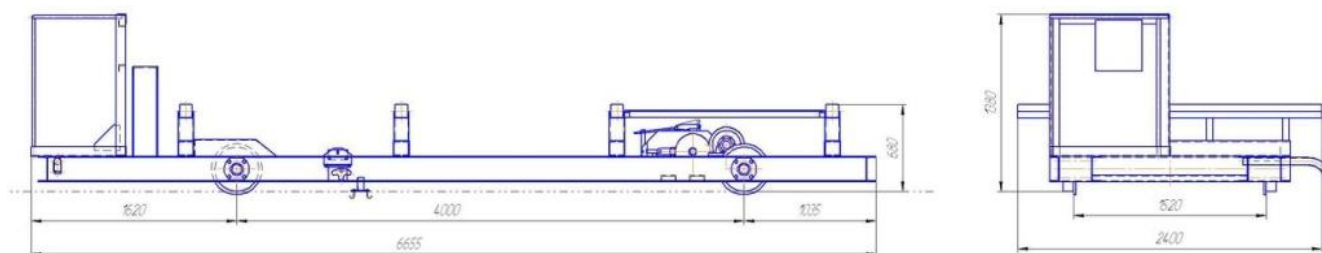


Рисунок 5 – Самоходная тележка СМЖ 151

Мостовой кран

Основное технологическое оборудование размещено в цехе, в котором используются два мостовых крана УРАЛКРАН грузоподъемностью 10 тонн.

Технические характеристики крана :

- грузоподъемность 10 тонн;
- длина пролета до 28 метров;
- высота подъема до 36 метров;
- тип привода – электрический, напряжение 380В;
- тип сечения балки – двутавровое;
- тип управления краном – радиоуправление, кнопочный пульт;
- скорость перемещения крана до – 80 м/мин.

Распылитель смазки

Форма смазывается разделительной консистентной смазкой, в состав которой входят: концентрированный раствор ВЛВ-15 , вода и карбонат кальция. После высыхания консистентной смазки на поверхность формы наносится замедлитель твердения бетона.



Рисунок 6 – Распылитель смазки Ferrox Plus 3585 P

Технические характеристики распылителя смазки:

- рабочее давление – 6 бар;
- объем бака – 13 л;
- пустой вес – 5,5 кг;
- контейнер – сталь с покрытием из полиэстера.

Пневматический скребок S-1000

Производство начинается с того, что бетонщики с помощью щеток, скребков и затирочной машины очищает форму от остатков и наплывов бетона.

Технические характеристики:

- длина шабера – 1470 мм;
- рабочее давление – 0,59 МПа;
- частота ударов – 2500 в минуту;
- рабочее давление – 6 бар;
- масса – 6 кг;

Вибрационная установка ВПК-10

Виброплощадка предназначена для уплотнения бетонной смеси, благодаря этому увеличивается срок эксплуатации изделий. Принцип уплотнения основан на вибраторах, которые производят направленные горизонтальные колебания.

Технические характеристики:

- масса – 3080 кг;
- грузоподъемность – 10 тонн;
- напряжение – 380 В;
- частота колебаний – 50 Гц;
- длина – 5960 мм ;
- ширина – 1300 мм ;
- высота – 900 мм.

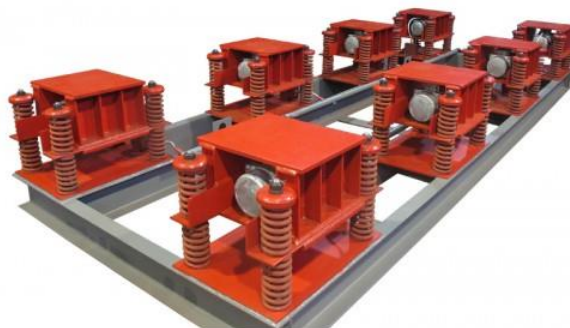


Рисунок 7 – Виброплощадка ВПК-10

Кантовочная установка КУ-180

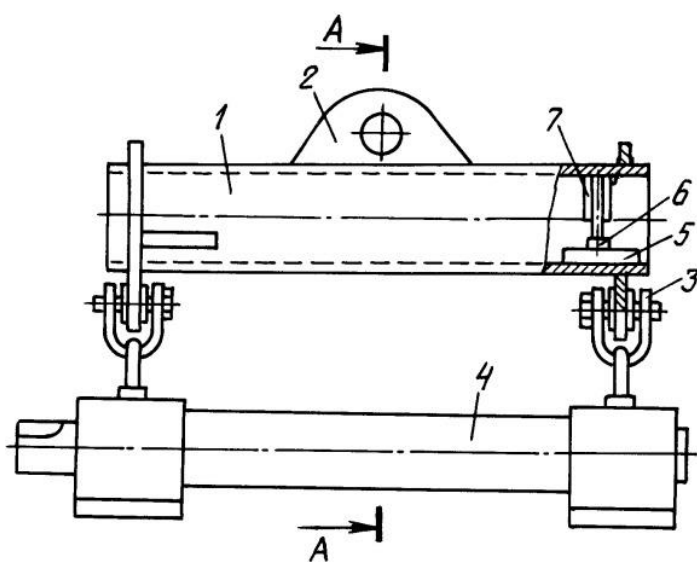
Готовые изделия вместе с поддоном поворачиваются на кантователе и мостовым краном с помощью траверсы извлекаются из формы и устанавливаются на пост доводки и контроля качества, где изделия подвергаются доводке. Кантователь это конструкция, которая сваривается из стальных балок. Кантование осуществляется, благодаря работе двух гидравлических цилиндров.

Технические характеристики:

- угол кантования – 80°;
- длина – 5630 мм;
- ширина – 4200 мм;
- высота – 1550 мм;
- масса – 2730 кг;

Траверса грузоподъемная

Принятые изделия, при помощи кран-балки с траверсой (двухконцевым стропом), перемещаются на пост окончательной отделки, где производится ремонт незначительных дефектов, заглаживание поверхности и покраска изделий. Затем изделия при помощи кран-балки с траверсой грузятся на самоходную тележку и транспортируются на склад готовой продукции.



Фиг.1

Рисунок 8 – Траверса грузоподъемная

Ведомость технологического оборудования, представленного на технологической линии, приведена в таблице 8.

Таблица 8 – Ведомость технологического оборудования

№	Наименование оборудования	Марка	Кол-во, шт	Размеры, мм	Мощность, кВт
1	Бетоноукладчик	ELEMATIC E9-2500	2	8000x3600x4400	16
2	Самоходная тележка	СМЖ 151	1	7000x2500x480	28
3	Кран мостовой	УРАЛКРАН	2	18000x3000x670	15
4	Распылитель смазки	Ferrox Plus 3585 P	1	-	-
5	Виброплощадка	ВПК - 10	1	5960x1300x900	17,6
6	Козловой кран	ККГЗ-25-32	1	38970x14550x29700	115
7	Пневматический скребок	S1000	1	1470	-
8	БАП	E9 - 2800	1	3000x1510x1600	7,5
9	Кантовочная установка	КУ-180	1	5630x4200x1550	3
10	Траверса грузоподъемная		2	5500x2100x600	

5 ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ КАМЕРЫ ТЕПЛОВОЙ ОБРАБОТКИ

5.1 Режим ТВО

Эффективность использования бетона в современном здании во многом определяется уровнем производства железобетонных изделий. Термическая обработка - важнейшее средство ускорения твердения бетона в условиях заводской быстровозводимой технологии. Процесс термической обработки занимает 70-80% времени всего производственного цикла изделия. На термическую обработку уходит до 70% всей тепловой энергии на производство сборного железобетона. Стоимость термообработки зависит не только от стоимости пара или других видов энергии, она связана с количеством форм и расходом цемента. Продолжительность термической обработки определяет время оборачиваемости отдельных форм, стоимость которых составляет очень значительную долю стоимости всех производственных фондов предприятия. Отверждение ускоряется при повышении температуры бетона и окружающей среды. В этом случае высокая температура должна сочетаться с достаточной влажностью бетона для нормальной гидратации цемента. Термическая обработка сборных железобетонных и железобетонных конструкций и изделий осуществляется в режимах, обеспечивающих минимальный расход тепла и ускоренное достижение заданной прочности бетона. Для предотвращения значительных потерь влаги при термообработке изделий с открытой поверхностью необходимо обеспечить влажность окружающей среды не менее 90-96% или защитить открытые поверхности изделий влагостойкими материалами или пленкообразующими веществами. Самый простой и распространенный метод термической обработки железобетонных изделий - пропаривание в камерах щелевого типа. Эти камеры используются на заводах и полигонах. Щелевая камера работает в цикле около 12-18 часов.

Выбор вида и метода термической обработки при производстве сборного железобетона производится с учетом требований СНиП 3.09.01-85. Параметрами режима ТВО являются продолжительность и температура отдельных его этапов: предварительное поддержание, повышение температуры, изотермический нагрев

и охлаждение. Скорость повышения температуры следует устанавливать с учетом объема и начальной прочности бетона в диапазоне 10 - 60 °С / ч. Допускается повышение температуры среды с постоянно увеличивающейся скоростью или постепенным увеличением. Температуру и продолжительность изотермического нагрева следует определять с учетом типа бетона, активности и эффективности при пропаривании цемента, его экзотермической реакции и веса продукта. Максимальная температура изотермического нагрева тяжелых, мелкозернистых и легких конструктивных изделий из бетона не должна превышать 80-85°С при использовании портландцемента и БТЦ. Скорость охлаждения камер после изотермического нагрева не должна превышать 30°С / ч. Относительная влажность воздуха в камерах термообработки в период изотермического нагрева изделий должна быть не менее 98%.

5.2 Исходные данные

Тепловая обработка изделий осуществляется в трехсекционной 10-ти этажной камере ТВО в паровоздушной смеси с постоянной влажностью $\phi=80\%$ и с постоянной температурой среды $t=50-55$ °С.

Вид изделия: Трехслойная стеновая панель.

1. Геометрические размеры:

Высота – $h = 315$ мм,

Длина – $l = 2980$ мм,

Ширина – $b = 2785$ мм.

2. Масса изделия $m_{\text{изд}}=3060$ кг.

3. Объем бетона в изделии $V_{\text{б}}=1,28$ м³.

4. Объем одного изделия $V_{\text{изд}}=2,61$ м³.

5. Расход арматуры на 1 м³ бетона $G_{\text{аб}} = 106,41$ кг.

6. Расход арматуры на 1 изделие $G_{\text{а}} = 136,2$ кг.

7. Водоцементное отношение В/Ц = 0,53.

8. Марка цемента $M_{\text{ц}} = 400$.

9. Марка бетона $M_{\text{б}} = 350$.

10. Масса бетона в изделии $G_6 = 3072$ кг.

11. Плотность бетонной смеси :

$$\rho = G_{ц} + G_{в} + G_{п} + G_{щ} + G_{д}, \quad (19)$$

$$\rho = 260+145+550+1420+0,5 = 2375,5 \text{ кг.}$$

12. Расход материалов на 1 м^3 , кг (принимается на основании расчета или по литературным данным):

цемент $G_{ц} = 260$ кг,

вода $G_{в} = 145$ кг,

песок $G_{п} = 550$ кг,

щебень $G_{щ} = 1420$ кг,

добавка Sika – $G_{д} = 0,5$ кг.

13. Вес сухих веществ на 1 м^3 :

$$G_{сб} = G_{ц} + G_{п} + G_{щ} = 260+550+1420 = 2260 \text{ кг.} \quad (20)$$

14. Вес сухих веществ на 1 изделие:

$$G_{с1} = G_{сб} V_6 = 2260*1,28 = 2892,8 \text{ кг.} \quad (21)$$

15. Количество воды, вступившее в реакцию с вяжущим (принимается по литературным данным):

$$G_{вс} = G_{ц} \alpha_1 = 260*0,17 = 44,2 \text{ кг,} \quad (22)$$

где α_1 – степень гидратации.

16. Масса формы $G_{ф} = 2000$ кг.

17. Размеры формы, м:

длина $l_{ф} = 10$ м,

ширина $b_{ф} = 3,5$ м,

высота $h_{ф} = 0,4$ м.

18. Температура загружаемых изделий $t_0 = 20$ °С.

19. Температура окружающей среды $t_{oc} = 20$ °С.

20. Начальная температура в камере $t_1 = 50$ °С.

21. Температура изотермической выдержки $t_{из} = 55$ °С.

22. Температура изделий при выгрузке из камеры охлаждения $t_{ох} = 50$ °С.

23. Удельная теплоемкость бетона $c_6 = 0,84$ к Дж/кг °град.

24. Коэффициенты:

теплопроводности бетона $b = 1,56 \text{ Вт/м } ^\circ\text{град}$;

температуропроводности бетона $a_6 = 2,84 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2 / \text{час}$.

25. Прочность бетона после тепловлажностной обработки:

$$R_{\text{тво}} = 35 \cdot 0,7 = 24,5 \text{ МПа.}$$

5.3 Определение размеров камеры

1. Число изделий в камере, шт – $N_1 = 30$

2. Размеры камеры:

Внутренние размеры камеры, м:

длина – $L = 12 \text{ м}$,

ширина – $B = 12,65 \text{ м}$,

высота – $H = 10,78 \text{ м}$.

Габаритные размеры камеры, м:

Длина:

$$L_k = L + 2 \cdot d_{\text{ст}}, \quad (23)$$

Ширина:

$$B_k = B + 2 \cdot d_{\text{ст}}, \quad (24)$$

Высота:

$$H_k = H + d_{\text{п}} + d_{\text{кр}}, \quad (25)$$

где $d_{\text{ст}}$ – толщина стены, м; $d_{\text{п}}$ – толщина пола, м; $d_{\text{кр}}$ – толщина крышки, м

Толщина металлического слоя $\delta_1 = 0,0025 \text{ м}$; толщина слоя пенополистирола в стенках камеры $\delta_2 = 0,235 \text{ м}$; толщина слоя пенополистирола в крышках камеры $\delta_3 = 0,096 \text{ м}$.

Габаритные размеры камеры составляют:

$$L_k = 12 + 0,24 \cdot 0,1 = 12,34,$$

$$B_k = 12,65 + 2 \cdot 0,24 = 13,13,$$

$$H_k = 10,78 + 0,4 + 0,24 = 11,42.$$

Наружная поверхность ограждения камеры, м^2 :

$$F = 2 (H_k \cdot L_k + L_k \cdot B_k + B_k \cdot H_k) \quad (26)$$

$$F = 2(11,42 \cdot 12,34 + 12,34 \cdot 13,13 + 13,13 \cdot 11,42) = 905,8 \text{ м}^2.$$

3. Рабочий объем камеры, м³:

$$V_k = L \cdot B \cdot H, \quad (27)$$

$$V_k = 12 \cdot 12,65 \cdot 10,78 = 1636,4 \text{ м}^3.$$

4. Суммарный объем бетона изделий, входящих в камеру:

$$V_{\text{бк}} = N_1 V_{\text{б}}, \quad (28)$$

$$V_{\text{бк}} = 30 \cdot 1,28 = 38,4 \text{ м}^3.$$

5. Суммарная масса бетона изделий, входящих в камеру:

$$G_{\text{бк}} = V_{\text{бк}} \cdot \rho_{\text{бс}}, \quad (29)$$

$$G_{\text{бк}} = 38,4 \cdot 2375,5 = 91219,2 \text{ кг}$$

6. Объем формы:

$$V_{\text{ф1}} = G_{\text{ф}} / \rho_{\text{ф}}. \quad (30)$$

$$V_{\text{ф1}} = 2000 / 7700 = 0,3 \text{ м}^3.$$

7. Суммарный объем форм изделий, находящихся в камере:

$$V_{\text{ф}} = V_{\text{ф1}} \cdot N_1 \quad (31)$$

$$V_{\text{ф}} = 0,3 \cdot 30 = 9$$

8. Степень заполнения камеры бетоном изделий:

$$q_{\text{б}} = \frac{V_{\text{бк}}}{V_k} \quad (32)$$

$$q_{\text{б}} = \frac{38,4}{1636,4} = 0,023$$

9. Степень заполнения камеры формами:

$$q_{\text{к}} = \frac{V_{\text{ф}}}{V_k} \quad (33)$$

$$q_{\text{к}} = \frac{9}{1636,4} = 0,0055$$

5.4 Материальный баланс камеры

Поступает в камеру:

сухих веществ:

$$G_c = V_{\text{бк}} G_{c1} = 12,8 * 2854,4 = 36536,32 \text{ кг}, \quad (34)$$

воды:

$$G_w = V_{\text{бк}} G_B = 12,8 * 145 = 1856 \text{ кг}, \quad (35)$$

металла форм:

$$G_M = N_1 G_{\phi} = 30 * 2000 = 60000 \text{ кг}, \quad (36)$$

арматуры и закладных деталей:

$$G_{ap} = G_{ab} V_{\text{бк}} = 106,41 * 12,8 = 1361,92 \text{ кг}. \quad (37)$$

Выгружается из камеры:

сухого бетона:

$$G_{\text{бo}} = G_c + G_{\text{вг}} = 36536,32 + 565,76 = 37102,08 \text{ кг}, \quad (38)$$

вода, перешедшая в гидратную влагу:

$$G_{\text{вг}} = G_{\text{вс}} V_{\text{бк}}, \quad (39)$$

$$G_{\text{вс}} = G_{\text{ц}} \cdot a_1 - \text{количество химически связанной воды} \quad (40)$$

$$G_{\text{вс}} = 260 * 0,17 = 44,2 \text{ кг},$$

$$G_{\text{вг}} = 44,2 * 12,8 = 565,76 \text{ кг};$$

остаточная влага изделий:

$$G_{\text{вост}} = G_w - G_{\text{вг}} - G_w a_2 / 100, \quad (41)$$

где a_2 - % испарившейся воды за период изотермической выдержки (10...15%)

$$G_{\text{вост}} = 1856 - 565,76 - 1856 * 12 / 100 = 1267,52 \text{ кг}.$$

металла форм:

$$G_M = N_1 G_{\phi} = 30 * 2000 = 60000 \text{ кг}. \quad (42)$$

арматуры и закладных деталей

$$G_{ap} = G_{ab} V_{\text{бк}} = 106,41 * 12,8 = 1361,92 \text{ кг}. \quad (43)$$

Испарение влаги будет происходить только с открытой поверхности изделия.

5.5 Тепловой баланс щелевой вертикальной камеры

Тепловой баланс рассчитывается по периодам работы тепловой обработки. Единицей расчета служит – кДж/период. Расчет температуры проводится для определения максимально возможной скорости нагрева (или охлаждения) изделия, определения фактических температур изделия. Расчет проводится с помощью критериальных уравнений нестационарного теплообмена для периодов подъема температуры и изотермической выдержки. Т.к. камера работает непрерывно и температура в камере постоянная, следовательно расчет будет производиться за период изотермической выдержки.

Тепловой баланс по стадиям ТВО

– Критерий Био

$$B_i = \frac{\alpha_p \cdot R_i}{\lambda_b}, \quad (44)$$

где α_p – коэффициент теплоотдачи изделия в период нагрева, 27,9 м²/ч;

R_i – характерный размер изделия;

λ_b – теплопроводность железобетона, 1,56 Вт/(м·град).

$$B_{ix} = \frac{27,9 \cdot 1,49}{1,56} = 26,6;$$

$$B_{iy} = \frac{27,9 \cdot 1,39}{1,56} = 24,9;$$

$$B_{iz} = \frac{27,9 \cdot 0,12}{1,56} = 2,15.$$

– Критерий Фурье

$$F_0 = \frac{\alpha_b \cdot D_p}{R_i^2}, \quad (45)$$

где D_p – продолжительность подъема температуры, ч;

α_b – коэффициент температуропроводности

$$F_{0x} = \frac{2,84 \cdot 10^{-3} \cdot 14}{1,49^2} = 0,018;$$

$$F_{0y} = \frac{2,84 \cdot 10^{-3} \cdot 14}{1,39^2} = 0,0205;$$

$$F_{0z} = \frac{2,84 \cdot 10^{-3} \cdot 14}{0,12^2} = 2,76.$$

– Безразмерная температура центра изделий:

$$0_x = 1$$

$$0_y = 1$$

$$0_z = 0$$

$$0_{\Pi} = 1 * 1 * 0 = 0$$

– Безразмерная температура поверхности изделий:

$$0_x = 0,3$$

$$0_y = 0,19$$

$$0_z = 0$$

$$0_{\Pi} = 0,4 * 0,19 * 0 = 0$$

– Температура поверхности к концу стадии:

$$t_{(1-2)\Pi} = t_{(1-2)o} - 0_{\Pi} * (t_{(1-2)o} - t_1) \quad (46)$$

$$t_{(1-2)o} = t_{oc} + 5/6 (t_{из} - t_{oc}) \quad (47)$$

$$t_{(1-2)o} = 20 + 5/6(50 - 20) = 45 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$t_{(1-2)\Pi} = 45 - 0 * (45 - 50) = 45 \text{ }^{\circ}\text{C}.$$

– Температура центра изделия:

$$t_{(1-2)\Pi} = 45 - 0 * (45 - 50) = 45 \text{ }^{\circ}\text{C};$$

– Средняя температура изделия:

$$t_{(1-2)o} = 45 \text{ }^{\circ}\text{C};$$

Приход тепла

1) Тепло на нагрев сухой части бетона

$$Q_{1-1} = G_c * c_b * t_{(1-2)\delta} \quad (48)$$

$$Q_{1-1} = 36536,32 * 0,84 * 45 = 1380921,67 \text{ кДж};$$

2) Тепло на нагрев влаги, содержащейся в бетоне

$$Q_{1-2} = G_w * c_w * t_{(1-2)\delta} \quad (49)$$

$$Q_{1-2} = 1856 * 4,19 * 45 = 349948,8 \text{ кДж}$$

3) Тепло на нагрев арматуры и закладных изделий

$$Q_{1-3} = G_{ap} * c_a * t_{(1-2)\delta} \quad (50)$$

$$Q_{1-3} = 1361,92 * 0,48 * 45 = 29 417,4 \text{ кДж}$$

4) Тепло на нагрев форм

$$Q_{1-4} = G_{\phi} * c_{\phi} * t_{(1-2)\phi} \quad (51)$$

$$Q_{1-4} = 60000 * 2,3 * 45 = 6\,210\,000 \text{ кДж.}$$

5) Тепло на нагрев материалов ограждений

$$Q_{1-5} = \sum V_{i\text{огр}} * \rho_{i\text{огр}} * c_{i\text{огр}} * t_{i\text{огр}}, \quad (52)$$

где $V_{i\text{огр}}$ – объем i -го слоя материала в ограждении, м^3 ;

$\rho_{i\text{огр}}$ – плотность i -го материала, $\text{кг}/\text{м}^3$;

$c_{i\text{огр}}$ – удельная теплоемкость i -го материала, $\text{кДж}/\text{кг} \cdot \text{град}$;

$t_{i\text{огр}}$ – средняя температура i -го слоя материала, $^{\circ}\text{C}$.

Температуры стенки находим из уравнения:

$$q = a_1(t_{(1-2)o} - t_1) \quad (53)$$

$$q = \frac{\lambda_1}{\delta_1}(t_1 - t_2) \quad (54)$$

$$q = \frac{\lambda_2}{\delta_2}(t_2 - t_3) \quad (55)$$

$$q = \frac{\lambda_3}{\delta_3}(t_3 - t_4) \quad (56)$$

$$q = a_2(t_4 - t_{oc}), \quad (57)$$

где t_1, t_2, t_3, t_4 - соответственно температуры внешней стороны стали, между сталью и пенополистиролом, между пенополистиролом и сталью, внешней стороны стали, $^{\circ}\text{C}$;

t_{oc} – температура окружающей среды, 20°C ;

α_1 – коэффициент теплоотдачи от греющей среды к разделяющей стенке, $90 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{град})$;

α_2 – коэффициент теплоотдачи от стенки к нагреваемой среде, $10,45 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{град})$;

δ_1, δ_2 – толщины соответственно стали, пенополистирола м ;

λ_1 – коэффициент теплопроводности пенополистирола, $0,042 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{град})$;

λ_2 – коэффициент теплопроводности стали, $56 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{град})$.

$$q = 4,38$$

$$t_1 = t_2 = 45 - \frac{4,38}{10,45} = 44,58 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$t_3=t_4 = 44,58 - \frac{4,38*0,235}{0,042} = 20,07 \text{ }^\circ\text{C}$$

Тепло на нагрев стенок камеры

Объем пенополистирольного слоя в стенках:

$$V_{\text{пен.}} = 2*10,78*12,34*0,235+13,13*12,34*0,235+13,13*10,78*0,235=133,86 \text{ м}^3$$

Объем металлического слоя в стенках:

$$V_{\text{мет.}} = 2*(2*10,78*12,34*0,0025+13,13*12,34*0,0025+13,13*10,78*0,0025) \\ V_{\text{мет.}} = 2,85 \text{ м}^3$$

Тепло на нагрев внешнего слоя стали:

$$Q_1=1,425*7800*0,48*20,07=107077,464 \text{ кДж.}$$

Тепло на нагрев внутреннего слоя стали:

$$Q_2=1,425*7800*0,48*44,58=237843,216 \text{ кДж.}$$

Тепло на нагрев слоя пенополистирола:

$$Q_3=133,86*8,8*1,65*(44,58-20,07)/2=23819,32 \text{ кДж.}$$

Общее тепло на нагрев стенок:

$$Q_{\text{стен}}=107077,464+237843,216+23819,32=57770 \text{ кДж.}$$

Тепло крышки:

$$Q_{\text{кр}}=26675,44+59252,17+2393,33=88320,94 \text{ кДж.}$$

Объем керамзитобетонного пола:

$$V_{\text{пола}} = 0,4*13,13*12,34=64,81 \text{ м}^3.$$

Общее тепло пола:

$$Q_{\text{пола}} = 64,81*1900*0,56*20=1379156,8 \text{ кДж.}$$

Общее тепло будет равно на нагрев ограждений:

$$Q_{1-5} = Q_{\text{стен}}+Q_{\text{кр}}+Q_{\text{пола}}=57770+88320,94+1379156,8=1525247,74 \text{ кДж.}$$

б) Тепло, вносимое теплоносителем

$$Q_{1-6} = G_1*2626,29 \text{ кДж} \quad (58)$$

Сумма приходных статей:

$$Q_{1п} = 1380921,67+349948,8+29\ 417,4+6210000+1525247,74+ G_1*2626,29 = \\ 9495535,61+ G_1*2626,29 \text{ кДж}$$

Расход тепла

1) Тепло на нагрев сухой части бетона

$$Q_{2-1} = Q_{1-1} \quad (59)$$

$$Q_{2-1} = 1380921,67 \text{ кДж}$$

2) Тепло на нагрев влаги, содержащейся в бетоне

$$Q_{2-2} = Q_{1-2} \quad (60)$$

$$Q_{2-2} = 349948,8$$

3) Тепло на нагрев арматуры и закладных изделий

$$Q_{2-3} = Q_{1-3} \quad (61)$$

$$Q_{2-3} = 29\,417,4 \text{ кДж}$$

4) Тепло на нагрев форм

$$Q_{2-4} = Q_{1-4} \quad (62)$$

$$Q_{2-4} = 6210000 \text{ кДж}$$

5) Тепло на нагрев материалов ограждений

$$Q_{2-5} = Q_{1-5} \quad (63)$$

$$Q_{2-5} = 1525247,74 \text{ кДж}$$

6) Потери тепла в окружающую среду через стены

$$Q_{2-6} = 3,6 * k * F_n * D_n * (t_{из} - t_{oc}) \quad (64)$$

$$Q_{2-6} = 3,6 * 0,129 * 905,78 * 10,5 * (50 - 20) = 132503 \text{ кДж}$$

7) Потери тепла через крышку

$$Q_{2-7} = 3,6 * k * F_{кр} * D_n * (t_{п.кр} - t_{oc}) \quad (65)$$

$$Q_{2-7} = 3,6 * 0,434 * 12,65 * 10,78 * 10,5 * (50 - 20) = 67114 \text{ кДж}$$

8) Потери тепла на испарение части воды затворения и нагрев водяных паров:

$$Q_{2-8} = G_{ви} * (r + c_{вп} * t_{(1-2)би}), \quad (66)$$

где r – скрытая теплота парообразования, 2382,18 кДж/кг;

$c_{вп}$ – теплоемкость водяного пара, 8,0752 кДж/кг град.

$$Q_{2-8} = 1267,52 * (2382,18 + 8,0752 * 45) = 3480057,28 \text{ кДж}$$

9) Тепло, уносимое конденсатом

$$Q_{2-9} = G_k * c_k * t_{из}, \quad (67)$$

где $G_k = G_1 - G_{св} - G_{пр}$;

$G_{пр}$ – потери пара через неплотности установки в атмосферу 0.1...0.2 от общего расхода пара за период;

$G_{св}$ – масса пара, заполняющего свободный объем камеры.

$$G_{св} = \rho_{п} * (V_k - V_{бк} - V_{ф}), \quad (68)$$

где $\rho_{п}$ – плотность пара при средней температуре в камере в период подъема температуры, 0,083022 кг/м³;

$$G_{св} = 0,083022 * (1636,4 - 38,4 - 9) = 131,9 \text{ кг}$$

$$G_k = G_1 - 131,9 - 0,1G_1 = 0,9G_1 - 131,9 \text{ кг}$$

$$Q_{2,9} = (0,9G_1 - 131,9) * 4,19 * 50 = 188,55G_1 - 27633,05 \text{ кДж.}$$

10) Потери тепла с паром, уходящим через неплотности установки:

$$Q_{2-10} = G_{пр} * c_{п} * t_{(1-2)из}, \quad (69)$$

где $c_{п}$ – удельная теплоемкость пара, 8,0752 кДж/кг*град

$$Q_{2-10} = 0,1G_1 * 8,0752 * 50 = 40,376G_1 \text{ кДж.}$$

11) Расход тепла на нагрев паровоздушной смеси, заполняющей свободный, объем камеры:

$$Q_{2-11} = G_{св} * c_{п} * t_{из}. \quad (70)$$

$$Q_{2-11} = 131,9 * 8,0752 * 50 = 53255,94 \text{ кДж.}$$

Сумма расходных статей:

$$Q_{2п} = 1380921,67 + 349948,8 + 29417,4 + 6210000 + 1525247,74 + 132503 + 67114 + \\ + 3480057,28 + 188,55G_1 - 27633,05 + 40,376G_1 + 53255,94$$

$$Q_{2п} = 13147576,8 + 228,926G_1$$

Уравнение теплового баланса для периода выдержки:

$$Q_{1п} = Q_{2п}. \quad (71)$$

Решая данное уравнение определяется расход теплоносителя, поданного в камеру в период изотермической выдержки – G_2 :

$$9495535,61 + G_1 * 2626,29 = 13147576,8 + 228,926G_1$$

$$2400,674G_1 = 3652041,19$$

$$G_1 = 1390,57 \text{ кДж.}$$

Среднечасовой расход теплоносителя, кг/ч:

$$G_{1c} = G_1/D_u. \quad (72)$$

$$G_{1c} = 1390,57/10,5 = 132,43$$

Удельный расход воды на тепловую обработку, кг/м³:

$$G_{уп} = \frac{G_1}{V_{6к}} \quad (73)$$

$$G_{уп} = 1390,57/38,4 = 36,21 \text{ кг/м}^3.$$

Так как удельный расход воды $36,21 < 170 \text{ кг/м}^3$, то необходимости в изменении конструктивного решения ограждений тепловой установки или режима тепловой обработки нет. При превышении удельного расхода пара 170 кг/м^3 изменяют конструктивное решение ограждений тепловой установки или режим тепловой обработки и расчет повторяют (СН 513-79, ОНТП - 07 - 85).

6 ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА

6.1 Технологическая схема

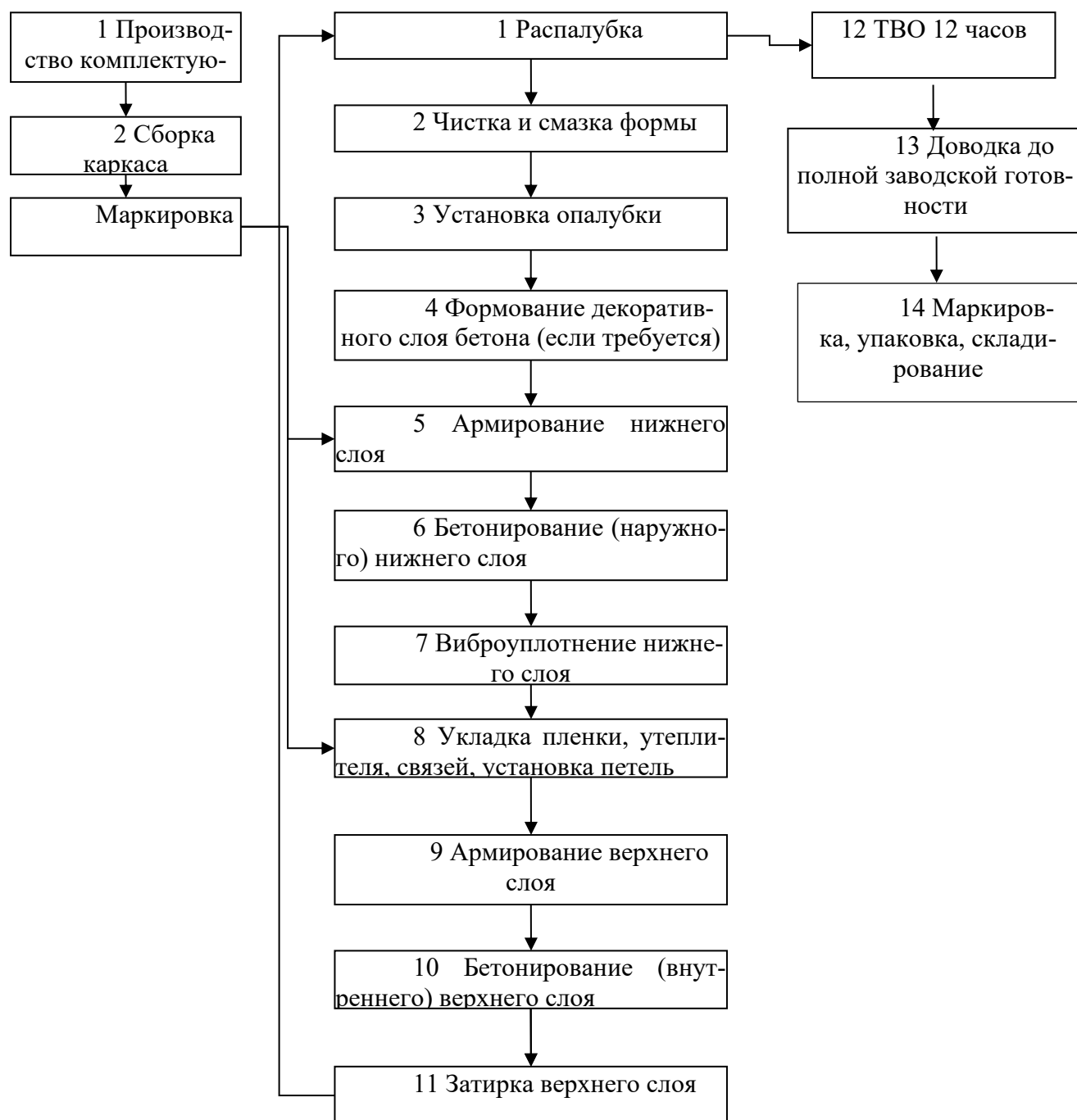


Рисунок 9 – Технологическая схема производства наружной стеновой панели

6.2 Описание технологического процесса

Строительное производство базируется на основных принципах экономики. В то же время, строительное производство имеет особенности в системе построения и функционирования органов управления и специфические правовые формы организации строительного производства.

Перечень технологических операций:

1. Переворачивание форм и изъятие изделий
2. Строповка, перемещение, расстроповка изделий.
3. Отделка, ремонт. Прием ОТК, складирование, отправка потребителю.
4. Перемещение формы.
5. Очистка форм, контроль чистки форм.
6. Смазка форм, контроль смазки.
7. Установка арматурных сеток предварительно сваренных точечной сваркой . Контроль армирования и составление акта скрытых работ.
8. Укладка.
9. Перемещение форм в камеру ТВО, контроль режима тепловой обработки

6.3 Разработка структуры производственного процесса

Подготовка формы.

Чистка и смазка форм выполняется двумя бетонщиками 3 разряда с применением пневмоскребка. Далее эти же бетонщики вручную выполняют операцию установку бортов на магнитном креплении. После сборки кран перемещает форму на пост армирования. Форма смазывается разделительной консистентной смазкой, в состав которой входят: концентрированный раствор ВЛВ-15 («Поронет»), вода

и карбонат кальция. После высыхания консистентной смазки на поверхность формы наносится замедлитель твердения бетона.

Пост армирования

На этом poste выполняется укладка сетки 2 арматурщиками 4 разряда. Арматурные сетки приготовленные на посту подготовки сеток укладывают в формы вручную в проектном положении и закрепляют фиксаторами. После того как сетка уложена кран 1 перемещает форму на пост формования.

Пост формования

После подготовки формы и закрепления бортов на магнитные крепления бортоснастки и установки вставок между изделиями. Начинается процесс формования, бетоноукладчик подъезжает над поддоном №1 и начинает процесс укладки бетонной смеси этим процессом руководят 2 бетонщика 5 разряда. Укладка утеплителя и установка сеток производится одновременно. Укладку производят 2 формовщика. Вначале цикла происходит вибрирование декоративного слоя. В это же время автоматически происходит доставка бетонной смеси с основного БСУ с помощью адресной подачи бетона. Укладку внешнего слоя осуществляют 2 формовщика 5 разряда в течение 3 минут.

Пост ТВО

Для тепловой обработки железобетонных изделий применяются щелевые пропарочные камеры, располагаемые вдоль формовочного пролета. Изделие перемещается в камеру ТВО при помощи подъемника.

Распалубка

Распалубку изделий осуществляют кантователем, который переворачивает форму на 180 градусов этот процесс выполняет 2 бетонщика 3. После того как изделия вынули из формы кран 1 перемещает форму на пост подготовки формы.

Пост доводки

На посту доводки при помощи аппаратной мойки водой под давлением удаляют наружный слой цементного камня, оголяя при это декоративную крошку и камень. Затем изделия проходит инженером ОТК 4 разряда в течение двух минут

и погружается мостовым краном на самоходную тележку такелажником 4 разряда в течение 3 минут.

6.4 Разработка структуры производственного процесса

Расчет проектной мощности предприятия производится, исходя из производительности ведущего оборудования, режима работы и фонда чистого времени работы оборудования. Число рабочих суток в году 253, количество рабочих смен в сутки – 3, продолжительность рабочей смены – 8 часов. Расчетный фонд рабочего времени составляет 6072 часа.

6.5 Разработка схем технологического процесса

В соответствии с особенностями разрабатываемого технологического процесса, составлена и детализирована технологическая схема изготовления изделия. Разделены технологические процессы на составляющие, и определены участники (рабочие), их профессии и разряды. С целью обеспечения эффективности производства необходимо провести оптимизацию распределения трудовых ресурсов.

Оптимизация технологического процесса

Оптимизированный пооперационный график технологического процесса по принципу, когда задан ритм выпуска изделий. Для оптимизации при заданном ритме необходимо построить пооперационный график, найти на нем последовательную непрерывную цепочку операций, суммарная длительность которой определяет время выполнения всего комплекса операций (длительность цикла).

6.6 Циклограмма работ машин технологической линии

Циклограмма дает наглядное представление о согласованности времени выполнения отдельных операций. По циклограмме видно, что первая машина может начать работу после того, как другая машина подготовила для нее фронт работ, например, укладку бетонной смеси можно начинать после того, как установлена подготовленная форма.

Циклограмма отражает взаимное согласование работы машин формовочного цеха и обслуживающих машин. Циклограмма строится на длительность только одного цикла. На циклограмме проекция любой линии на ось t есть продолжительность выполнения операции, проекция любой линии на ось S – перемещение машины при выполнении операции. Угол наклона линии оси абсцисс – скорость перемещения машины.

При работе двух формовочных параллельно размещенных постов во избежание столкновения отдельных машин, особенно кранов, следует применять некоторый сдвиг во времени начала операции на одном посту относительно другого.

Посты:

1 пост – чистка, сборка, смазка форм;

2 пост – изготовление арматурных сеток;

3 пост – армирование;

4 пост – формование;

5 пост – ТВО;

6 пост – распалубка;

7 пост – доводка, приемка и маркировка;

8 пост –самоходная тележка;

Движение крана №1:

K1-1 – K1-2 - строповка формы;

K1-2 - K1-3- перемещение форм на пост формования;

K3-1 – K1-4 - расстроповка;

K1-4 - K1-5- простой крана;

K1-5 – K1-6 - переход крана на пост распалубки;

K1-6 – K1-7 – K1-8 – K1-9 -строповка, перемещение, расстроповка форм на пост чистки, смазки форм;

K1-9 – K1-10 - K1-11 - простой крана, переход крана на пост изготовления арматурных сеток;

K1-11 - K1-12 - K1-13 - K1-14 - строповка, перемещение и расстроповка арматурных сеток на пост формования;

К1-14 - К1-15 - К1-16 - простой и переход крана на пост чистки, смазки форм;

К1-16 - К1-17 - К1-18 - К1-19 - строповка, перемещение и расстроповка формы на пост армирования;

К1-19 – К1-20 - К1-21 - простой крана и переход на пост ТВО;

К1-21 - К1-22 – К1-23 – К1-24 - строповка, перемещение и расстроповка форм на пост распалубки;

К1-24 – К1-25 – К1-26 - простой крана, переход на пост формования;

К1-26 – К1-27 – К1-28 – К1-29 - строповка, перемещение и расстроповка форм на пост ТВО;

К1-29 – К1-30 – К1-31 - простой крана и переход на пост армирования.

Работа крана № 2:

К2-1 - К2-2 – К2-3 – К2-4 - строповка, перемещение, расстроповка изделия на пост доводки, маркировки;

К2-4 – К2-5 - простой крана;

К2-5 – К2-6 – К2-7 – К2-8 - строповка, перемещение, расстроповка изделия на самоходную тележку;

К2-8 – К2-9 – К2-10 – К2-11 - простой крана, переход на пост распалубки.

6.7 Определение уровней механизации и автоматизации

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

$$Y_M = \frac{\sum z_i \cdot k_i \cdot n_i}{3 \sum n_i} * 100\% = 52\%, \quad (74)$$

где z – характеристика вида механизации операции,

k – коэффициент степени механизации операций,

n_i – количество операций.

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

$$Y'_A = \frac{\sum z'_i \cdot k'_i \cdot n'_i}{1,5 \sum n'_i} * 100\% = 16\%, \quad (75)$$

где z – характеристика вида механизации операции,

k – коэффициент степени механизации операций,

n_i – количество операций.

Согласно ОНТП-07-35, уровень механизации в формовочных цехах должен быть не менее 50%, следовательно, рассчитанный уровень механизации удовлетворяет требованиям.

Согласно ОНТП-07-85, уровень автоматизации должен составлять не менее 30%, значит можно заключить, что расчетный уровень автоматизации не удовлетворяет требованиям.

Подсчет коэффициентов уровней механизации и автоматизации представлен в таблице 9.

Таблица 9 - Подсчет коэффициентов уровней механизации и автоматизации

№	Наименование операций	Механизация				Автоматизация			
		z	k	n	zkn	z'	k'	n'	$z'k'n'$
1	Раскрытие замков	0	0	1	0	0	0	1	0
2	Снятие опалубки	0	0,5	1	0,5	0	0	1	0
3	Опрокидывание	3	1	1	3	1	0,5	1	0,5
4	Толкание конвейера	3	1	1	3	1	0,5	1	0,5
5	Чистка формы	2	0,5	1	1	0	0	1	0
6	Смазка формы	0	0	1	0	0	0	1	0
7	Установка опалубки	0	0,5	1	0	0	0	1	0
8	Заккрытие замков	0	0	1	0	0	0	1	0
9	Установка сеток	0	0	1	0	0	0	1	0

Продолжение таблицы 9

10	Укладка утеплителя	0	0	1	0	0	0	1	0
11	Приготовление декор. бетона	3	1	1	3	1	0,5	1	0,5
12	Укладка декоративного слоя	2	0,5	1	1	0	0	1	0
13	Укладка бетонной смеси	3	0,5	2	3	1	0,5	2	1
14	Уплотнение на вибропло- щадке	3	1	1	3	1	0,5	1	0,5
15	Заглаживание поверхности	3	1	1	3	1	0,5	1	0,5
16	Термообработка	3	1	1	3	1,5	1	1	1,5
17	Обработка поверхности кис- лотным составом	2	0,5	1	1	0	0	1	0
18	Мытье поверхности	2	0,5	1	1	0	0	1	0
19	Маркировка	0	0	1	0	0	0	1	0
20	Устранение дефектов	0	0	1	0	0	0	1	0
21	Строповка	0	0	1	0	0	0	1	0
22	Расстроповка	0	0	1	0	0	0	1	0
23	Перемещение на доводку	3	1	1	3	0	0,5	1	0
24	Перемещение на отделку	3	1	1	3	0	0,5	1	0
25	Перемещение на временный склад	3	1	1	3	0	0,5	1	0

Окончание таблицы 9

26	Перемещение на самоходную тележку	3	1	1	3	0	0,5	1	0
27	Подготовка б/у	3	1	2	6	1,5	1	2	3

6.8 Организация труда рабочих технологической линии

Средняя интенсивность потребления трудовых ресурсов:

$$P = \frac{\sum P_{(i,j)} t_{(i,j)}}{T_c} = \frac{4*4+6*11+7*4+8*1}{20} = 5,9 \text{ чел.}, \quad (76)$$

где P – интенсивность потребления ресурсов на операции, чел,

t – длительность операций,

T_c – такт выпуска, мин.

Фактические затраты труда на стадийном процессе:

После оптимизации

$$N_{\phi} = P_{\max} \cdot T_c = 8*20 = 160 \text{ чел.} \cdot \text{мин.}, \quad (77)$$

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

Потери труда из-за неравномерного и неполного использования трудовых ресурсов:

$$\Delta N_1 = 160 - 116 = 44 \text{ чел.} \cdot \text{мин.};$$

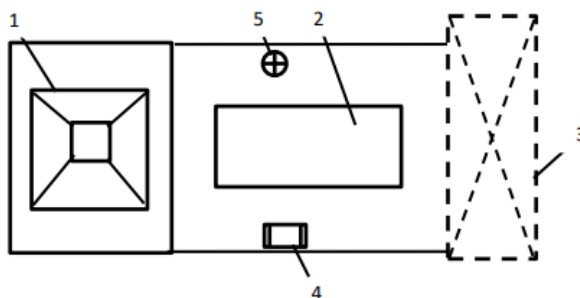


Рисунок 10 – Схема организации рабочего места на посту формование

1. бетоноукладчик

2. форма с арматурой
3. кран
4. пульт управления бетоноукладчиком
5. бетонщик 4 разряда

Решена проблема рационального использования трудовых ресурсов. Фактические трудозатраты уменьшились до 160 чел·мин. Потери труда из-за неравномерного и неполного использования трудовых ресурсов сократились до 44 чел·мин. В виде циклограммы наглядно отображено согласование времени выполнения отдельных операций. Для повышения уровней механизации и автоматизации, есть возможность применить более совершенное оборудование, которое позволит уменьшить долю ручного труда в общем объеме трудозатрат.

7 АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕПЛОВЛАЖНОСТНОЙ ОБРАБОТКИ

7.1 Описание процесса автоматизации

Автоматизация тепловой обработки в щелевой пропарочной камере позволяет:

- Точно выдерживать сроки пребывания изделий в заданном режиме тепловой обработки;
- Улучшать качество изделий;
- Ускорять твердение бетонной смеси и придавать бетону необходимую прочность;
- Увеличивать экономию теплоносителя;
- Сокращать цикл тепловой обработки;
- Сокращать расход теплоносителя;
- Обрабатывать по оптимальным режимам бетоны различных составов на цементах различной активации;
- Увеличивать производительность предприятия.

Тепловой обработкой, или тепловым процессом, называется закономерная совокупность стадий теплового воздействия на материал или на сырье для придания ему требуемых свойств. Она предусматривает прогрев изделий в тепловых установках при заданных термодинамических параметрах с целью сокращения сроков получения выпускной прочности.

7.2 Автоматизация камеры тепловой обработки

По длине камеру условно делят на три зоны, в которых и происходит тепловая обработка. Первая, начиная от места загрузки, является зона подъема температуры. Вторая зона, где изделие выдерживается при достигнутой в зоне нагревания температуре, называется зоной изотермической выдержки. В третьей зоне происходит охлаждение изделий.

Автоматизация процесса тепловой обработки в щелевой пропарочной камере заключается в процессе контроля регулирования температуры, а также в процессе контроля давления и расхода пара во время тепловой обработки.

Описание функциональной схемы автоматизации

Пар в щелевую камеру поступает по паропроводу. При понижении давления пара в паропроводе ниже нормы или при отсутствии пара срабатывает сигнализатор падения давления РА 5-2, получающий сигнал от датчика давления РЕ 5-1, а также счетчик времени отсутствия пара PIR 5-3, световая и звуковая сигнализация РА 5-4. Для контроля давления пара в паропроводе установлен датчик давления РЕ 4-1 и манометр РІ 4-2. Контроль расхода пара осуществляется с помощью расходомера переменного перепада давления, включающего в себя сужающее устройство FE 3-1, которое, посредством прибора с дистанционной передачей FT 3-2, передаст информацию о расходе на показывающий дифманометр FI 3-3.

Пар через регулирующий орган 2-10 подается в перфорированную трубу камеры. Регулирующий орган приводится в действие исполнительным механизмом NS 2-9, получающим командные импульсы от регуляторов стабилизации температуры ТТС 2-4 и ТИС 2-8. Термометры сопротивления: ТЕ 2-1, ТЕ 2-2, ТЕ 2-3, ТЕ 2-5, ТЕ 2-6, ТЕ 2-7 передают информацию на регуляторы стабилизации температуры, т.е. регулируется граница паровоздушной зоны.

Температура среды в камере замеряется термометрами сопротивления ТЕ 1-1, ТЕ 1-12, установленными в 4 точках по высоте камеры в трех ее сечениях (начале, середине и конце). Контроль температуры осуществляется 12-точечным электронным мостом TIR 1-13.

В регуляторе температуры используются электродвигатели, которые открывают и закрывают паровой и воздушный клапаны. Эти клапаны оснащены индикатором состояния, показывающий открыт или закрыт вентиль. В камере тоже есть клапан слива конденсата, который оборудован пусковым устройством для электродвигателя. Световой индикатор указывает на открытие или закрытие клапана.

Описание принципиальной схемы автоматизации

Оператор переводит переключатель SA1 в положение "А". В этом случае регулирование температуры, осуществляется, посредством программного регулятора температуры. Если температура ниже заданной в данный момент времени тепловой обработки, то регулятор PI включает реле K1, а если выше, то отключает реле K1. В процессе тепловой обработки горит сигнальная лампочка HL1.

Контакты микропереключателей SQ1 и SQ4 разомкнуты в закрытом состоянии клапана подачи пара в пропарочную камеру и замыкаются при его открытии. Контакты же SQ2 и SQ3 замкнуты в закрытом состоянии клапана и размыкаются в открытом.

Предположим, в начальном состоянии клапан закрыт. Горит сигнальная лампа HL3. Если температура ниже заданной, включается реле K1. Замыкается контакт K1.1, включая реле времени KT1. Реле времени своим замыкающим контактом KT1.1 включает тяговый электромагнит клапана YA2. Клапан открывается. При этом контакт SQ3 размыкается, обесточивая KT1. Но контакт реле времени KT1.1, имеющий выдержку времени при размыкании, остается после отключения реле еще около половины секунды в замкнутом состоянии. Это обеспечивает надежную постановку якоря клапана на защелку (в противном случае возможна пульсация якоря). Размыкается контакт SQ2, отключая сигнальную лампочку HL3. Замыкаются контакт SQ1, включая сигнальную лампочку HL2, и контакт SQ4, подготавливая к включению электромагнит защелки YA1.

Пар поступает в пропарочную камеру. Температура поднимается и при достижении заданного на данный момент тепловой обработки значения реле K1 отключается. Контакт K1.1 размыкается, а размыкающий контакт K1.2 замыкается, включая электромагнит защелки YA1. Якорь опускается, клапан подачи пара закрывается. Контакты SQ4 и SQ1 размыкаются, отключая электромагнит защелки YA1 и сигнальную лампочку HL2. Контакты SQ2 и SQ3 замыкаются, включая и сигнальную лампочку HL3 и подготавливая к включению тяговый электромагнит YA2. По мере охлаждения камеры при достижении заданного значения температуры реле K1 опять включается, открывая клапан и т.д.

Нормальная тепловая обработка ЖБИ в щелевой пропарочной камере осуществляется при избыточном давлении пара в паропроводе, равном 0.18...0.22 Мпа. В этом случае контакт манометра SP1 замкнут и работает реле К2. Размыкаются контакты К2.1, К2.2.

Если давление пара падает ниже 0.16 Мпа, контакт SP1 размыкается, выключая реле К2. Контакт К2.1 замыкается, включая звуковой сигнал HA1 и датчик импульсов P2. Датчик импульсов, периодически замыкая контакт P2.1, обеспечивает работу датчика времени отсутствия пара РС. Контакт К2.2 включается сигнальная лампочка HL4. Таким образом, на время отсутствия пара работают счетчик времени отсутствия пара, звуковая и световая сигнализация, оповещающая обслуживающий персонал о необходимости устранения неполадок в системе подачи пара и внесения корректировок в режим тепловой обработки. В случае необходимости снятия звукового сигнала на время устранения неисправностей оператор нажимает кнопку SB3, включая реле К3, которое замыкающим контактом К3.1 самоблокируется, а размыкающим К3.2 отключает звуковую сигнализацию HA1. Однако световая сигнализация продолжает работать.

При устранении неисправности и восстановлении нормального давления контакт SP1 замыкается, включая реле К2. Отключается счетчик времени отсутствия пара, световая и звуковая сигнализация.

Для проверки сигнализации оператор нажимает на кнопку SB4, включая реле К4, которое замыкающими контактами К4.1-К4.5 включает соответственно звонок HA1 и сигнальные лампочки HL1, HL2, HL3 и HL4.

Работа в дистанционном режиме

Оператор переводит переключатель SA1 в положение "Д". Управление клапаном осуществляется посредством кнопок SB1 и SB2. Для подачи пара в пропарочную камеру оператор нажимает кнопку SB2. Замыкающим контактом SB2 включает реле времени КТ1 и далее тяговый электромагнит, а размыкающий препятствует одновременному включению электромагнита защелки. Для того, чтобы закрыть клапан, оператор воздействует на кнопку SB1, которая замыкающим кон-

тактом включает электромагнит защелки YA1, а размыкающим - препятствует одновременному включению тягового электромагнита YA2.

Перед началом работы необходимо проверить исправность основных механизмов машин и установок. При работе на установке должны соблюдаться правила электробезопасности. Все электроприборы и электромеханизмы должны быть заземлены. Щит управления должен быть также заземлен, надписи на щите должны быть четкими.

В электроустановках напряжением до 1000 В при работе под напряжением необходимо оградить расположенные вблизи рабочего места другие токоведущие части, находящиеся под напряжением, к которым возможно случайное прикосновение, работать, стоя на электроизолирующей подставке либо на электроизолирующем коврик, применять ручной электроизолирующий резиновом инструмент, отвечающий требованиям соответствующего технического нормативного правового акта.

8 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ И ОХРАНА ТРУДА

В технологической части проекта приводятся требования к освещенности рабочих мест, по ограничению шума и вибраций, по обеспечению безопасности условий труда, включая требования по электро- и пожаробезопасности.

Освещенность на рабочем месте должна отвечать условиям оптимальной работ. Освещение должно быть равномерным, т.к. перевод взгляда с ярко освещенной поверхности на темную вызывает повышенное утомление глаз из-за частой переадаптации. Отраженная блесккость устраняется путем использования матовых поверхностей, изменением угла наклона рабочей поверхности. Освещение не должно исключать цветопередачу.

В целом осветительная установка должна быть удобной, надежной, экономной, не создавать шума и не быть источником дополнительных опасностей.

Естественное и искусственное освещение в производственных и вспомогательных цехах, а также территории предприятия должно соответствовать требованиям СНиП II-4-79.

Необходимо использовать 2 метода для уменьшения вредных вибраций от рабочего оборудования:

- 1 метод, основан на уменьшении интенсивности возбуждающих сил в источнике их возникновения;
- 2 метод ослабления вибрации на пути их распространения через опорные связи от источника к другим машинам и строительным конструкциям. Но если не удастся выполнить эти методы, то необходимо нанести вибропоглощающие материалы.

Уровень вибрации на рабочих местах не должен превышать установленной ГОСТом 121.012-78. Для устранения вредного воздействия вибрации на работающих необходимо применять специальные мероприятия: конструктивные, технологические и организационные, средства виброизоляции виброгашения, дистанционное управление, средства индивидуальной защиты.

Уровень шума на рабочих местах не должен превышать допустимый ГОСТ 12.1.003-83. Для снижения уровня шума следует предусматривать мероприятия по ГОСТ 12.1.003-83 и СНиП 11-12-77. Применяют шумозащитные кожухи, экраны, кабины, наблюдения, глушители аэродинамического шума; обработка стен и потолка звукоизолирующими облицовками. Для индивидуальной защиты применяют наушники различные, вкладыши, шлемы.

При производстве следует применять технологические процессы, не загрязняющие окружающую среду, и предусматривать комплекс мероприятий с целью ее охраны. Содержание вредных веществ в выбросах не должно вызывать их увеличения их концентрации в атмосфере населенных пунктов и в водоемах санитарно-бытового пользования выше допустимых величин установленных СНиП 245-71.

При производстве работ в цехах предприятий следует соблюдать правила пожарной безопасности в соответствии с требованиями ГОСТ 12.1.004-76. Следует соблюдать также требования санитарной безопасности, взрывобезопасности производственных участков, в том числе связанных с применением веществ, используемых для смазки форм, химических добавок, приготовлением их водных растворов и бетонов с химическими добавками.

Все работы, связанные с изготовлением сборных бетонов и железобетонных изделий, должны соответствовать требованиям СНиП III-4-80, а также ведомственным правилам охраны труда и техники безопасности.

Анализ опасных и вредных факторов в производстве На производстве по изготовлению наружных стеновых панелей существуют опасные и вредные факторы.

К опасным относят:

- электроопасность;
- падение с высоты рабочего или различных деталей и предметов;
- движущиеся части оборудования;
- пожароопасность.

К вредным относят:

- запыленность воздушной среды;
- воздействие шума, вибрации;
- наличие в воздухе вредных веществ;
- нерациональное освещение;
- микроклимат.

8.1 Микроклимат

В процессе труда в производственном помещении человек находится под влиянием определенных метеорологических условий, или микроклимата – климата внутренней среды этих помещений (ГОСТ 12.1.005-88). Влияние температуры окружающего воздуха на человеческий организм связано в первую очередь с сужением или расширением кровеносных сосудов кожи. Под действием низких температур воздуха кровеносные сосуды кожи сужаются, в результате чего замедляется поток крови к поверхности тела и снижается теплоотдача от поверхности тела за счет конвекции и излучения. При высоких температурах окружающего воздуха наблюдается обратная картина: за счет расширения кровеносных сосудов кожи и увеличения притока крови существенно увеличивается теплоотдача в окружающую среду. Повышенная влажность (>85%) затрудняет теплообмен между организмом человека и внешней средой вследствие уменьшения испарения влаги с поверхности кожи, а низкая влажность приводит к пересыханию слизистых оболочек дыхательных путей. Движение воздуха в производственном помещении улучшает теплообмен между телом человека и внешней средой, но излишняя скорость движения воздуха (сквозняки) повышает вероятность возникновения простудных заболеваний (СанПиН 2.2.4.548-96). Постоянное отклонение от нормальных параметров микроклимата приводит к перегреву или переохлаждению человеческого организма и связанным с ними негативным последствиям. Для поддержания нормальных параметров микроклимата в рабочей зоне применяют: механизацию и автоматизацию технологических процессов, защиту от источников теплового излучения, устройство систем вентиляции, кондиционирования воздуха и отопления. Важное значение имеет и правильная организация труда и

отдыха работников, выполняющих трудоемкие работы. Для этих категорий работников устраивают специальные места отдыха в помещениях с нормальной температурой, оснащенных системой вентиляции и снабжения питьевой водой. По ГОСТ 12.1.005-88 «Воздух рабочей зоны. Общие санитарно-гигиенические требования» находим оптимальные и допустимые параметры микроклимата в производственном помещении.

Для создания требуемых параметров микроклимата в производственном помещении применяют системы вентиляции и кондиционирования воздуха, а также различные отопительные устройства. Вентиляция представляет собой смену воздуха в помещении, предназначенную поддерживать в нем соответствующие метеорологические условия и чистоту воздушной среды.

Параметры микроклимата в производственных помещениях контролируются различными контрольно-измерительными приборами. Для измерения температуры воздуха в производственных помещениях применяют ртутные (для измерения температуры выше 0) и спиртовые (для измерения температуры ниже 0) термометры. Измерение относительной влажности воздуха осуществляется психрометрами и гигрометрами.

8.2 Виды вредных веществ и оздоровление воздушной среды

Выполнение различных видов работ в промышленности сопровождается выделением в воздушную среду вредных веществ. Проникновение вредных веществ в организм человека происходит через дыхательные пути, а также через кожу и с пищей, если человек принимает ее, находясь на рабочем месте. Действие этих веществ следует рассматривать как воздействие опасных или вредных производственных факторов, так как они оказывают негативно (токсическое) действие на организм человека, в результате которого у человека возникает отравление – болезненное состояние, тяжесть которого зависит от продолжительности воздействия, концентрации и вида вредного вещества (ГОСТ 12.1.007-76). Оздоровление воздушной среды достигается снижением содержания в ней вредных веществ до безопасных значений, а также поддержанием требуемых параметров

микроклимата в производственном помещении. Для защиты органов дыхания человека от вредных веществ, находящихся в воздухе рабочей зоны, используются различные индивидуальные средства защиты. Одно из средств индивидуальной защиты – респиратор. Один из наиболее распространенных отечественных респираторов – бесклапанный респиратор ШБ-1 «Лепесток» (ГОСТ 12.4.028).

8.3 Производственное освещение и создание требуемых условий освещения на рабочем месте

Производственное освещение – неотъемлемый элемент условий трудовой деятельности человека. Правильно организованное освещение рабочего места обеспечивает сохранность зрения человека и нормальное состояние его нервной системы, а также и качество выпускаемой продукции находятся в прямой зависимости от освещения. Освещенность нормируется согласно СП 52.13330.2010 «Естественное и искусственное освещение». Создание наилучших условий для видения в процессе труда предполагает нормальную освещенность рабочих мест. Требуемый уровень освещенности в первую очередь определяется точностью выполняемых работ и степенью опасности травмирования. Большое значение имеет также равномерность распределения яркости на рабочей поверхности, отсутствие на ней резких теней, постоянство величины освещенности во времени и ряд других факторов. Изготовление наружных стеновых панелей относим к VI разряду зрительных работ. Для создания искусственного освещения применяются различные электрические источники света: лампы накаливания и газоразрядные лампы. В цехе производства наружных стеновых панелей следует максимально использовать естественное освещение, применять общее и местное искусственное освещение.

9.5 Действие шума и вибрации на организм человека и основные методы борьбы с ними

Эксплуатация современного промышленного оборудования и средств транспорта сопровождается значительным уровнем шума и вибрации, негативно влияющих на состояние здоровья работающих. С точки зрения безопасности труда шум и вибрация – одни из наиболее распространенных вредных производственных факторов на производстве, которые при определенных услови-

ях могут вступать как опасные производственные факторы (ГОСТ 12.0.003-2015). При производстве наружных стеновых панелей вибрация создается виброплощадкой, при разгрузке транспортных средств, при передвижении форм и бетоноукладчика по рельсам. При воздействии общей вибрации наблюдаются нарушения сердечной деятельности, расстройство нервной системы, спазмы сосудов, изменения в суставах, приводящие к ограничению подвижности. Вибрацию нормируют в соответствии с ГОСТ 12.1.012-2004 «ССБТ. Вибрация. Общие требования безопасности», а также в соответствии с СН 2.2.4/2.1.8.566-96 «Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий».

Основные методы защиты от вибрации делятся на две группы:

- снижение вибрации в источнике ее возникновения;
- уменьшение параметров вибрации по пути ее распространения от источника.

Виброгашение, или динамическое гашение, колебаний достигается в первую очередь установкой вибрирующих машин и механизмов на прочные массивные фундаменты. Массу фундамента рассчитывают таким образом, чтобы амплитуда колебаний его подошвы была в пределах 0,1...0,2 мм, а для особо важных сооружений – 0,005 мм. Также применяют виброизоляцию, которая заключается в уменьшении передачи колебания от вибрирующего устройства к защищаемому объекту помещением между ними упругих устройств (виброизоляторов). В качестве виброизоляторов используют пружинные опоры либо упругие прокладки из резины. К средствам индивидуальной защиты от вибрации относят виброзащитные рукавицы (ГОСТ 12.4.002). Шум нормируется на рабочих местах согласно ГОСТ 12.1.003-83* и СН 2.2.4/2.1.8.562-96 «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки». Снижение механических шумов достигается: улучшением конструкции машин и механизмов, нанесением смазки на трущиеся детали и т.д. Также для борьбы с шумом применяют звукоизоляцию, что достигается кабин и пультов управления, звукоизолирующих кожухов. В качестве материалов для звукоизолирующих огражде-

ний используют бетон, железобетон. Звукоизолирующими кожухами закрывают издающие шум устройства.

8.4 Основные требования безопасности к промышленному оборудованию

Протекание различных технологических процессов на производстве приводит к возникновению опасных зон, в которых на работающих воздействуют опасные и (или) вредные производственные факторы. Примером тому могут служить: опасность механического травмирования; опасность поражения электрическим током; воздействие шума, вибрации и т.д. Размеры опасной зоны в пространстве могут быть переменными, что связано с движением частей оборудования или транспортных средств, а также с перемещением персонала, либо постоянными. Как известно, для защиты от воздействия опасных и вредных производственных факторов используют средства коллективной и индивидуальной защиты. Средства коллективной защиты в свою очередь делятся на оградительные, предохранительные, блокирующие, сигнализирующие, системы дистанционного управления машинами и оборудованием, а также специальные. Оградительными средствами защиты, или ограждениями, называют устройства, препятствующие появлению человека в опасной зоне. Ограждения могут быть стационарными (несъемными), подвижными (съемными) и переносными. Они выполняются в виде различных сеток, решеток, экранов, кожухов и других, имеющие такие размеры и установленных таким образом, чтобы в любом случае исключить доступ человека в опасную зону.

При этом должны соблюдаться определенные требования, согласно которым:

- ограждения должны быть достаточно прочными, чтобы выдерживать удары частиц, возникающих при обработке деталей, а также случайное воздействие обслуживающего персонала, и надежно закрепленными;
- ограждения изготавливаются из металлов (как сплошных, так и металлических сеток и решеток);

- все открытые вращающиеся и движущиеся части машин должны быть закрыты ограждениями;
- внутренняя поверхность ограждений должна быть окрашена в яркие цвета, чтобы было заметно, если ограждение снято.

Предохранительные устройства – устройства, которые автоматически отключают машины или агрегаты при выходе какого-либо параметра оборудования за пределы допустимых значений. К этому типу устройств относятся различные тормозные устройства, позволяющие быстро остановить движущиеся части оборудования; концевые выключатели и ограничители подъема, предохраняющие движущиеся механизмы от выхода за установленные пределы и др. Различные сигнализирующие устройства предназначены для информации персонала о работе машин и оборудования, для предупреждения от отклонения технологических параметров от нормы или о непосредственной угрозе. По способу представления информации различают звуковую, световую и комбинированную (светозвуковую) сигнализацию. В шумных условиях рекомендуется использовать визуальную сигнализацию, которая включает различные источники света, световые табло, световую окраску и т.д. Для звуковой сигнализации используют сирены или звонки (ГОСТ 12.4.026-2001).

9 ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ

При экономической оценке проектных решений определяется заводская себестоимость продукции, которая складывается из стоимости материалов и себестоимости их переработки с учетом затрат на амортизацию оборудования.

Себестоимость 1 м³ изделия рассчитывается по формуле:

$$C_{и} = C_{б} + \Sigma C_{ст} + C_{о} + C_{в} + C_{э} + C_{об} + Z, \quad (78)$$

где $C_{б}$ – себестоимость 1 м³ бетонной смеси, руб.;

$\Sigma C_{ст}$ – суммарная цена всех видов арматурной стали, расходуемой на 1 м³ изделий, руб.;

$C_{о}$ – затраты на содержание и эксплуатацию форм, руб., на 1 м³ бетона изделий.

$C_{в}$ – себестоимость воды для тепловлажностной обработки 1 м³ изделий, руб.,

$C_{э}$ – себестоимость электроэнергии, расходуемой на 1 м³ изделий, руб.,

$C_{об}$ – расходы на содержание и эксплуатацию оборудования, руб.,

Z – полная заработная плата рабочих, руб. на 1 м³ изделий.

В таблице 11 приведен расчет себестоимости бетонной смеси

Таблица 11 - Расчет себестоимости бетонной смеси

Наименование	Потребность, кг	Цена, руб/кг	Стоимость, руб
Вода	145	0,354	51,33
Цемент	260	3,4	884
Щебень	1420	0,725	1029,5
Песок	550	0,6	330
Итого:			2 294,83

В настоящее время на предприятии ООО «Бетотек» в смену изготавливается от 4 до 8 трехслойных наружных стеновых панелей. При этом производительность линии составляет от 25 до 35 м³ в смену (из них лишь 18 м³ – трехслойные наружные стеновые панели). При этом месячная производительность линии со-

ставляет до 1000 м³ сборного железобетона (из них до 600 м³ - трехслойные наружные стеновые панели). В целях повышения качества и эффективности трехслойных стеновых наружных панелей было принято решение заменить бетоноукладчик Elematic Comcaster на более современную модель, добавить датчики для автоматизации процесса тепловлажностной обработки. В таблице 12 приведены изменения, связанные с веденными модернизациями.

Таблица 12 – Изменения, связанные с модернизацией

Наименование	ед. изм.	до	после
Производительность линии по трехслойным стеновым панелям	м ³	600	1000
Себестоимость изделия	руб./м	7900	7900
Цена	руб	9700	9700
Выручка от реализации трехслойных панелей	руб	5820000	9700000
Затраты на изготовление	руб	4740000	7900000
Прибыль	руб	1080000	1800000

$C_{и}=7900$ руб./м³ изделия.

Прибыль увеличилась на $\Pi=720000$.

Приведенные затраты:

Покупка более современной модели бетоноукладчика Elematic Comcaster E9-2500: 4000000 рублей;

Покупка датчиков для автоматизации режима ТВО: 209400 рублей;

Продаем старые модели бетоноукладчиков по 3000000 руб.:

$$З = 4000000*2-3000000*2+209400 = 2209400 \text{ руб.}$$

Окупаемость – полученную прибыль делим на приведенные затраты:

$$2209400/720000 = 3,06 \text{ лет.}$$

Срок окупаемости в годах должен быть не более 6,5 лет.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Целью дипломного проекта является улучшение производства стеновых трехслойных панелей. В ходе разработки проекта были выполнены следующие задачи:

- анализ действующей на текущее время линии циркуляции поддонов, которая расположена в формовочном цехе №1 на ООО «Бетотек»
- подбор состава бетонной смеси;
- разработка организации, оптимизации и автоматизации производственных процессов;
- произведен теплотехнический расчет камеры тепловой обработки;
- произведена технико-экономическая оценка производства трехслойных стеновых панелей на линии циркуляции паллет;
- произведена автоматизация камеры тепловлажностной обработки;
- предложен вариант звукоизоляции и облегчения веса конструкции;
- замена оборудования на более современное.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. ГОСТ 26633-91 (2008) Бетоны тяжелые и мелкозернистые. Технические условия. – М.: Издательство стандартов, 1992. – 18 с.
2. ГОСТ 12504-80 (1997) Панели стеновые внутренние бетонные и железобетонные для жилых и общественных зданий - М.: ИПК Издательство стандартов, 19. – 24 с.
3. ГОСТ 12767–94 (1996) Плиты перекрытий железобетонные сплошные для крупнопанельных зданий. Общие технические условия. – М.: Издательство стандартов, 1992. – 20 с.
4. ГОСТ 13015-2003 Изделия железобетонные и бетонные для строительства. Общие технические требования. Правила приемки, маркировки, транспортирования и хранения. - МНТКС - М: ИПК Издательство стандартов, 1996. – 46с.
5. ГОСТ 10922-90 (2002) Арматурные и закладные изделия сварные, соединения сварные арматуры и закладных изделий железобетонных конструкций. Общие технические условия. - М.: Издательство стандартов, 2002. – 23 с.
6. ГОСТ 23279-85 (2003) Сетки арматурные сварные для железобетонных конструкций и изделий. Общие технические условия. - М.: Издательство стандартов, 1986. – 8 с.
7. ГОСТ 5781–83.(1993, с попр. 1994). Сталь горячекатаная для армирования железобетонных конструкций. Технические условия.–М.: Изд–во стандартов, 2004. –14 с.
8. ГОСТ 10181-2000 Смеси бетонные. Методы испытаний. – М.: Издательство стандартов, 2001. – 35 с.
9. ГОСТ 7473-94 (2004) Смеси бетонные. Технические условия. - М.: ИПК Издательство стандартов, 1996. – 12с.
10. ГОСТ 31310–2015 Панели стеновые трехслойные железобетонные с эффективным утеплителем. – М.: Стандартинформ, 2016 – 22 с.
11. СП 18.13330.2011 Генеральные планы промышленных предприятий. – Москва, 2011.– 30 с.

12. Бетоны. Методы испытаний: Сборник ГОСТ 24452-80 и др. М.: Изд-во стандартов, 1981. -56 с.
13. Бетоны. Методы определения прочности на сжатие и растяжение. ГОСТ 10180-90. М.: Изд-во стандартов, 1992. - 23 с.
14. Технология изоляционных строительных материалов и изделий: В 2-х ч.: учебное пособие / О.А. Игнатова. - М.: Академия Ч.1: Стеновые материалы и изделия. 2012.- 189 с.: ил. Ч.2: Тепло- и гидроизоляционные материалы и изделия.- 2012.- 288 с.
15. Технология стеновых, отделочных, кровельно-гидроизоляционногерметизирующих строительных материалов и изделий : учебное пособие / А. А. Суслов [и др.]. - М.: АСВ, 2013. –288 с.
16. Баженов, Ю.М. Технология бетонных и железобетонных изделий / Ю.М. Баженов, А.Г. Комар. – М.: Стройиздат, 1984. – 672 с.
17. Вознесенский, А.А. Тепловые установки в производстве строительных материалов и изделий / А.А. Вознесенский. – М.: Стройиздат, 1964. – 440 с.
18. Гордон, А.Э. Автоматизация контроля качества изделий из бетона и железобетона / А.Э. Гордон, Л.И. Никулин, А.Ф. Тихонов. – М.: Стройиздат, 1991. – 300 с.
19. Лапир, Ф.А. Машины и оборудование для производства сборного железобетона / Ф.А. Лапир, Э.В. Соколова, Л.А. Волков и др. – М.: ЦНИИТЭстроймаш, 1983. – 276 с.
20. Трофимов, Б.Я. Технология преднапряжённого железобетона: Учебное пособие к курсовой работе для самостоятельной работы студентов / Б.Я. Трофимов – Челябинск: Изд. ЮУрГУ, 2003. – 105 с.
21. Трофимов, Б.Я. Технология сборных железобетонных изделий: Учебное пособие / Б.Я.Трофимов – Челябинск, Изд-во ЮУрГУ, 2013. – 348 с.
22. Трофимов, Б.Я. Технология бетона, строительных изделий и конструкции: учебное пособие к практическим занятиям / Б.Я.Трофимов – Челябинск: Изд. ЮУрГУ, 1998. – 86 с.
23. СП 131.13330.2018 Строительная Климатология. – Москва, 2019.– 107 с.

24. Нечаев, Г.К. Автоматизация технологических процессов на предприятиях строительной индустрии: Учеб. пособие для вузов/ Г.К. Нечаев, А.П. Пух, В.А. Ружичка. - Киев: Вища школа. Головное изд-во, 1979. - 280 с.

25. Погорелов, С.Н. Организация, планирование и управление предприятиями строительной индустрии: учебное пособие к курсовой работе / С.Н. Погорелов. - Челябинск: Изд-во ЧГТУ, 1994. - 26 с.

26. Зайцев, В.А. Промышленная экология: учебное пособие. - 2-е изд.: учебное электронное издание / В.А. Зайцев. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний., 2015. – 385 с.

27. Рекомендации по технико-экономической оценке способов изготовления железобетонных конструкций и изделий. – М.: НИИЖБ, 1988. – 197 с.

28. Рыбьев, И.А. Строительное материаловедение: Учеб. пособие для строит. спец. вузов / И.А. Рыбьев. – М.: Высшая школа, 2004. – 701 с.