



## АННОТАЦИЯ

Ю Вэньвэнь Оптимизация теплового режима плит ПБ высотой 300 мм – Челябинск: ЮУрГУ, СМиИ, 2020, 72с., 20 ил., 13 табл.

Библиографический список – 53 наименования.

Выпускная квалификационная работа на тему: «Оптимизация теплового режима плит ПБ высотой 300 мм» представлена в виде графической части и пояснительной записки. Раздел посвященный модернизации термической обработки включает в себя техническое проектирование оптимизации тепловой системы, за счет изменения конструкции термостенда. Модернизация заключается, прежде всего в термозонировании термостенда при тепловлажностной обработки. Запроектировано оборудование для тепловлажностной обработки до и после модернизации. Приведен расчет теплового баланса, создание автоматизированной системы управления технологическим процессом (АСУТП) и автоматизированной системы управления предприятием (АСУП). Вопросы, отраженные в записке, касаются архитектуры, технологии строительства, а также организации и безопасности строительного производства.

					<b>08.03.01.2020.290.00.00.ПЗ</b>			
<i>Изм</i>	<i>Дата</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разраб.</i>	Ю Вэньвэнь				<b>Оптимизация теплового режима плит ПБ высотой 300 мм</b>	<i>Литера</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Проверил</i>	Кирсанова А.А.					<i>ВКР</i>	6	72
<i>Нормоконт</i>	Черных Т.Н.					<b>ЮУрГУ (НИУ) Кафедра «Строительные материалы и изделия»</b>		
<i>Зав. каф.</i>	Орлов А.А.							

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	1
1 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	3
1.1 Многопустотная плита перекрытия ПБ высотой 300 мм.....	3
1.2 Обоснование способа производства изделий.....	5
1.3 Технологические требования к сырьевым материалам.....	7
1.4 Правила прпемки.....	13
1.5 Описание технологической схемы.....	13
1.6 Режим работы завода.....	14
1.7 Материальный баланс.....	17
2 МЕХАНИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ.....	19
3 ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ.....	28
3.1 Описание термостенда и обоснование режима тепловой обработки.....	28
3.2 Исходные данные для расчета термостенд.....	31
3.3 Расчет эффективности теплоизоляции термостенда.....	33
3.4 Тепловой баланс термостенда.....	36
4 АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА.....	42
5 ОРГАНИЗАЦИЯ И ПЛАНИРОВАНИЕ .....	50
5.1 Описание технологического процесса .....	50
5.2 Организация труда рабочих технологической линии .....	51
5.3 Оптимизация распределения трудовых ресурсов .....	53
5.4 Оптимизировать распределение трудовых ресурсов .....	54
5.5 Циклограмма работы машин технологической линии .....	54
5.6 Ртасче туровней механизаци и иавтоматизации.....	58
6 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	61
6.1 Исходные данные по проекту .....	61
6.2 Расчет себестоимости продукции .....	61
6.3 Энергоэффективность тепловых стоек .....	62
7 ОХРАНА ТРУДА И ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ.....	65

ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	68
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	69

## ВВЕДЕНИЕ

Бетон считается одним из старейших строительных материалов. Здания и сооружения, дошедшие до наших дней, свидетельствуют об этом. Изначально для строительства монолитных конструкций и сооружений использовался бетон, но наука не стояла на месте и создала еще более эффективный и долговечный строительный материал - железобетонную пустотную плиту перекрытия. С развитием каркасной технологии возникла необходимость увеличения объема железобетонных конструкций при строительстве разнообразных зданий и сооружений с минимальными трудо- и временными затратами.

Следующим этапом развития железобетонных пустотелых перекрытий является использование предварительно напряженных конструкций, что позволяет снизить расход стали в железобетонных конструкциях, тем самым увеличивая их долговечность и трещиностойкость. Большой прогресс был достигнут в разработке железобетонных пустотелых перекрытий благодаря использованию различных добавок.

На заводах, где производятся пустотелые железобетонные плиты перекрытий, важно обеспечить необходимую прочность в кратчайшие сроки. Твердение бетона в нормальных условиях позволяет плите набирать требуемую прочность лишь со временем, что увеличивает количество опалубок (60-70% от всего веса стали) и увеличивает производственную площадь. Решающим шагом в ускорении твердения бетона в заводских технологических условиях, при производстве сборных бетонных пустотелых перекрытий, является оптимизация термической системы.

Тепловая обработка является частью процесса производства изделий из железобетонных пустотелых плит и составляет 70-80% всего производственного цикла. На предприятии существует тепловая обработка плит с помощью термостендов. В качестве источника тепла применяют воду. Суть оптимизации термической системы заключается в том, что при повышении температуры среды значительно увеличивается скорость реакции гидратации, т.е. ускоряется процесс твердения цемента, и продукт приобретает механическую прочность за более

короткое время, чем при нормальных условиях, что позволяет ускорить распалубку, транспортировку и установку изделий.

Одним из способов оптимизации тепловлажностной обработки изделий, является использование природного газа и его рециркуляция вместо пара. Тепловая система потребляет 70% всей энергии, используемой для производства сборных бетонных пустотелых плит с высокими энергетическими затратами, неэффективным использованием и неравномерной подачей топлива, что приводит к сокращению объема выпускаемой продукции. В этом случае для ускорения твердения бетона необходимо использовать другой подход. Использование различных комплексных химических добавок для перевода их в низкотемпературное состояние, использование в качестве теплоносителя в термостендах горячей воды требует грамотного инженерного подхода к проектированию отопительного оборудования и тепловому расчету ограждающей конструкции здания и подготовке теплового баланса. Качество и количество готовой продукции улучшается при отличной системе контроля, например, снижается расход охлаждающей жидкости при производстве железобетонных изделий, уменьшается негативное воздействие на окружающую среду, облегчается труд рабочих и достигается точный расход материалов, используемых при изготовлении продукции.

Практически на всех заводах по производству железобетонных изделий внедрены электронные компьютеры, которые позволяют автоматизированным устройствам обрабатывать информацию в миллионы раз быстрее, чем это может сделать человек.

Железобетонные изделия используются во всех областях строительства, так как железобетон является основным строительным материалом и широко применяется в жилищном, промышленном, транспортном и сельскохозяйственном строительстве, и только успешная оптимизация системы теплоотдачи в процессе ее производства может обеспечить ускоренное твердение бетона, снизить энергозатраты и затраты на производство, а также улучшить качество изделия.

# 1 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

## 1.1 Многопустотная плита перекрытия ПБ высотой 300 мм

Данный проект разработан на изготовление железобетонных многопустотных плит перекрытия. На сегодняшний день, существует достаточно большая классификация многопустотных плит перекрытия. При производстве плит изделия должны проходить контроль качества продукции и удовлетворять требованиям ГОСТ 13015-2003:

- по показателям фактической прочности бетона (в проектном возрасте, передаточной и отпускной);
- по морозостойкости бетона (особенно актуально для нашего региона);
- для плит, эксплуатируемых в условиях агрессивного воздействия газообразной среды обязательным требованием является высокая марка по водонепроницаемости бетона;
- по средней плотности легкого бетона;
- к маркам сталей для арматурных и закладных изделий, в том числе монтажных петель;
- по отклонениям толщины защитного слоя бетона до арматуры;
- по защите от коррозии [1].

Рассматриваемые в работе многопустотные плиты перекрытия ПБ высотой 300 мм, производства предприятия ООО «ЖБИ-74» представлены на рисунке 1.

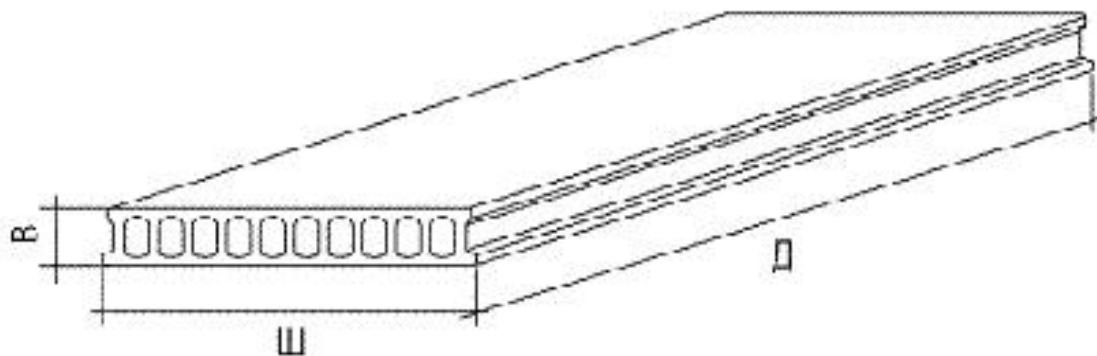


Рисунок 1– Многопустотная плита перекрытия ПБ высотой 300 мм.

Для выполнения работы, исходя из существующих данных продукции завода, расчетная номенклатура принята по ГОСТ 13015-2003 – многопустотные плиты перекрытия марки ЗПБ 60-12, длиной 6000 мм, шириной 1200 мм, толщиной 300 мм с диаметром круглых пустот 159 мм [2].

Основные данные по выбранной плите представлены в таблице 1.

Таблица 1 Основные данные многопустотной плиты перекрытия высотой 300 мм

Изделия	Размер, мм			Класс бетона	Объем, м <sup>3</sup>	Расход металла, кг	
	L	B	H			на изделие	на 1 м <sup>3</sup> изделия
Многопустотные плиты	6000	1200	300	M500	2.14	116,16	73,52

Плиты производятся по сравнительно новой технологии формования на стендах без использования форм. Изготавливают плиты из тяжелого бетона на портланд-цементе. Основной особенностью является использование преднапряженного армирования вне зависимости от длины, а также класс бетона В30 и выше.

Ширина плиты зависит от установленного стенда, как правило, это 1,2 метра, но бывают дорожки и другой ширины. При этом 1,2 м наиболее удобная ширина плиты перекрытия для заполнения среднестатистического проема.

Длина многопустотных плит перекрытия очень вариативна и может быть от 1,8 до 12 м, в зависимости от величины нагрузки и высоты плиты. Как правило, типовую нагрузку 800 кгс/м<sup>2</sup> для высоты 300 мм по этой технологии можно получить до длины в 9,6 метров. Дальше, либо падает несущая способность, либо увеличивается толщина панелей.

Диаметр, форма отверстий, а также расстояние между ними определяется изготовителем оборудования и проектом. Форма отверстий непосредственно влияет на прочностные показатели плит перекрытия. Для каждого завода эти параметры индивидуальны. Обычно круглые отверстия имеют несколько



меньший диаметр, например 160-150 мм, чтобы обеспечить прочность при давлении вышележащей стены по торцам без использования дополнительного армирования.

## 1.2 Обоснование способа производства изделий.

Непрерывное без опалубочное формование пустотных плит и других железобетонных изделий во всем мире вытесняет кассетную, агрегатно-поточную и другие устаревшие технологии. Существует два направления развития непрерывного без опалубочного формования пустотных плит, которые условно можно назвать испанским и финским.

Современные технологии производства железобетонных изделий (в частности плит перекрытий, которые наиболее востребованны в строительстве) развиваются по пути без опалубочного (стендового) формования готовых изделий. Различают 2 метода стендового производства железобетонных изделий: метод экструзии и метод вибропрессования. Для армирования стендовых конструкций используют предварительно напряженную проволоку (ВР-II), арматурные канаты (пряди) или же сочетание проволоки и канатов в одном изделии [17].

Главное отличие метода экструзии от метода вибропрессования заключается в том, что экструдер осуществляет формовку плиты посредством давления, за счет чего смесь уплотняется гораздо лучше и получаемый бетон имеет более высокие эксплуатационные характеристики [23].

Качество изделий обусловлено прежде всего технологией – метод "экструзии" гарантирует формирование качественного тела плиты, в отличие от метода "вибропрессования", где встречаются участки плохо или не провибрированные, образование раковин или расслоение смеси бетона.

Существует широкий ассортимент плит перекрытий, имеющих различную длину (от 1,8 до 10,8 м) и нагрузку (от 4,5 до 12,5МПа). Что обусловлено, прежде всего востребованностью каркасного домостроения, вследствие более низких

сроков строительства, использования типовых и унифицированных изделий и конструкций и снижения экономических затрат.

На производстве имеет место возможность нарезки плит перекрытий нестандартных размеров или под различным углом, для удобства их укладки на строительной площадке.

Технологический процесс включает в себя несколько последовательных этапов. Стенды длиной 70-120 метров. Предварительно, специальная щеточная машина очищает, а затем смазывает дорожки маслом. После чего, натягивают арматурные канаты, которые используются для армирования, создается напряжение. По этой дорожке движется экструдер, оставляя за собой длинную плиту. Формование идет по горизонтали, и формующая машина как бы отталкивается от готового изделия. Тем самым обеспечивается равномерное по высоте уплотнение, благодаря чему экструзия незаменима при формовании крупногабаритных изделий. Затем изделие проходит тепловую обработку на термостендах, которые накрываются теплоизоляционным материалом (брезентом), а снизу подогревается сам стенд. После того, как бетон набрал необходимую отпускную прочность, плиту режут на нужную длину алмазной пилой с лазерным прицелом, предварительно сняв напряжение. Новая технология позволяет уйти от традиционных 6-метровых плит. Это открывает большие возможности для проектирования современных зданий торговых комплексов, паркингов, объектов промышленности, где необходимо свободное внутреннее пространство. Плиты, изготовленные по данной технологии, имеют абсолютно одинаковый прогиб и выглядят значительно лучше – у них гораздо более ровная поверхность. Строителям нет надобности, в дальнейшем выравнивать поверхность плиты при монтаже. К тому же, экструдер нуждается в цементе высокого качества, поэтому на изделия идет самое лучшее сырье. Плиты по данной технологии легче традиционных на 5-10%. Вследствие этого, снижаются расходы по транспортировке, - загрузка транспорта увеличивается на 10%. После распиловки пустотные плиты снимаются с производственной линии при помощи подъемных захватов. Технология производства обеспечивает строгое соблюдение заданных

геометрических параметров. Продукция, изготовленная в заводских условиях, отвечает всем нормативным стандартам.

Финская линия "Elematic", отличается высокой производительностью и давно оценена и признана производителями во всем мире. Метод безопалубочного формования — "метод будущего" в изготовлении плит на предприятии ООО «ЖБИ74» [7].

### 1.3 Технологические требования к сырьевым материалам

#### 1.3.1 Цемент

Для проектирования технологии производства железобетонных изделий необходим правильный выбор сырьевых материалов, вида и класса бетона, обеспечивающих экономию средств и получение необходимых свойств бетона в изделиях.

Для приготовления бетона применяют неорганическое вяжущее вещество — портландцемент, крупный заполнитель, наполнитель и воду. Для получения специальных свойств или повышенных характеристик бетона применяют различные добавки.

В соответствии с требованиями ГОСТ 10178-62 к нормируемым техническим характеристикам цементов, имеющих в своей основе портландцементный клинкер, относят: прочностные характеристики (активность) — предел прочности образцов стандартного размера и состава при сжатии и при растяжении при изгибе в 28 — суточном возрасте в условиях нормального твердения; показатели сроков схватывания, равномерности изменения в объеме, тонкости помола цементного порошка, а также данные по содержанию ангидрита серной кислоты ( $SO_3$ ) и окиси магния ( $MgO$ ) [39].

Выбор вида и класса цемента определяется заданной прочностью бетона, условиями его твердения и эксплуатации бетонных конструкций. Портландцемент - гидравлическое вяжущее вещество, получаемое тонким измельчением портландцементного клинкера и небольшого количества гипса (1,5...3 %). Клинкер получают путем равномерного обжига сырьевой смеси до спекания,

состоящую из известняка и глины. Известняк используемый для производства портландцемента, в основном состоит из двух окислов – CaO и CO<sub>2</sub>, а глина – из различных минералов, содержащих в основном окислы SiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> и Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> [39].

К основным технологическим свойствам портландцемента относят – плотность и объемную насыпную массу, тонкость помола, сроки схватывания, равномерность изменения объема цементного теста и прочность затвердевшего цементного раствора. Плотность цемента находится в пределах 3,0-3,2 г/см<sup>3</sup>, объемная насыпная масса в рыхлом состоянии составляет 900-1100 кг/м<sup>3</sup> и до 1700 кг/м<sup>3</sup> в уплотненном [39].

Класс цемента (ЦЕМ II) соответствует пределу прочности при сжатии половинок балочек 40x40x160 мм из раствора при соотношении цемента и песка - 1:3 по массе на монофракционном (Вольском) песке, твердеющих 28 суток в воде при температуре 20±2°С и относительной влажности 95 ±5 % (нормальные условия твердения) [39].

Портландцемент должен соответствовать требованиям ГОСТ 30515-97 "Цемент. Общие технические требования" и ГОСТ 10178-85 "Портландцемент и шлакопортландцемент. ТУ" [3].

Для производства многпустотных плит перекрытий применяется портландцемент класса ЦЕМ II- цемент с добавками (основные свойства цемента представлены в таблицах 2-3).

Таблица 2 – Массовая доля активных добавок в цементе

Наименование цемента	Содержание добавок, %			
	всего	Гранулированные шлаки	Трепела, опоки, диатомита	Прочих
Портландцемент ПЦ400Д20	с 5 до 20	До 20	До 10	До 20

Таблица 3 – Физико-механические свойства портландцемента

Наименование	Норма по НД	Фактические результаты
Тонкость помола по проходу сквозь сито №008, %	Не менее 85	92
Нормальная густота, %	-	26
Сроки схватывания, час-мин		
начало	Не ранее 0-45	2-20
конец	Не позднее 10-00	5-30
Равномерность изменения объема	Не должно быть трещин	выдержал
Прочность в возрасте 28 суток, МПа (кгс/см <sup>2</sup> )		
при изгибе	Не менее 5,4 (55)	6,3 (63,4)
при сжатии	Не менее 39,2 (400)	41,2 (401,2)

### 1.3.2 Песок

В качестве мелкого заполнителя для тяжелого бетона используют природный песок, который представляет собой рыхлую смесь зерен крупностью от 0,14 до 5 мм, возникшую в результате механического разрушения твердых горных пород.

В зависимости от горной породы, из которой образовался песок, его химический состав может быть различным. Наиболее часто встречаются пески, состоящие в основном из кварца с примесью зерен полевого шпата и слюды. Реже встречаются пески известняковые, ракушечные и др.

Песок для приготовления тяжелого бетона должен отвечать требованиям ГОСТ 8736 – 93 "Песок для строительных работ".

Качество песка, применяемого для приготовления тяжелого бетона, определяется в основном зерновым составом, содержанием пылевидных и глинистых частиц, содержанием глины в комках и содержанием вредных примесей. Зерновой (гранулометрический) состав песка имеет большое значение для получения тяжелого бетона заданного класса при минимальном расходе цемента. В тяжелом бетоне песок заполняет пустоты между зернами крупного заполнителя, в то же время все пустоты между зернами песка должны быть заполнены цементным тестом. Кроме того, этим же тестом должны быть покрыты и поверхности всех частиц. Однако для уменьшения расхода цементного теста следует употреблять пески с малой пустотностью и наименьшей суммарной поверхностью частиц.

По зерновому составу пески делят на крупные, средние, мелкие и очень мелкие. Для приготовления тяжелого бетона рекомендуются крупные и средние пески с модулем крупности 2,0-3,0. Использовать для бетона мелкие и тем более, очень мелкие пески допускается только после технико-экономического обоснования целесообразности их применения.

Глинистые и пылевидные частицы увеличивают суммарную поверхность заполнителя, при этом повышается водопотребность бетонной смеси, вследствие чего снижается прочность бетона. Кроме того, глинистые примеси, обволакивая тонким слоем зерна песка, ухудшают сцепление их с цементным камнем и снижают прочность бетона. Поэтому для приготовления тяжелых бетонов разрешается применять природные пески с содержанием пылевидных и глинистых частиц не более 3%.

### 1.3.3 Щебень

Щебень — рыхлая смесь, получаемая дроблением больших кусков различных твердых горных пород, а также кирпичного боя, шлаков и др. Полученную смесь зерен различных размеров (5-70 мм) подвергают рассеву на отдельные фракции. Отсеянные частицы размером менее 3 мм используют в качестве песка. Щебень отличается от гравия остроугольной формой и шероховатой поверхностью зерен, в связи с чем сцепление его с цементно-

песчаным раствором лучше, чем гравия. Содержание в щебне вредных органических примесей незначительно [37].

Качество крупного заполнителя характеризуется зерновым составом, содержанием дробленных зерен в щебне из гравия, формой зерен, содержанием зерен слабых пород, содержанием пылевидных и глинистых частиц, а также содержанием вредных компонентов и примесей. Кроме того, качество щебня из гравия должно удовлетворять требованиям по прочности и морозостойкости [37].

Зерновой состав крупного заполнителя определяют просеиванием средней пробы массой 10 кг через стандартный набор сит с последующим взвешиванием остатков на каждом сите [37].

Качество щебня оценивали по ГОСТ 8267 "Щебень и гравий из плотных пород для строительных работ. Технические условия". Методика испытаний применялась в соответствии с СТ РК 1213 "Щебень и гравий из плотных горных пород и отходов промышленного производства для строительных работ. Методы физико-механических испытаний". Фракционированный щебень по своим физико-механическим показателям соответствует требованиям ГОСТ 8267 "Щебень и гравий из плотных горных пород для строительных работ" с маркой прочности 1200-1400 [37].

Согласно ГОСТ 8736-93 и ГОСТ 8267-93 песок и щебень в зависимости от значений удельной эффективной активности естественных радионуклидов при Аэфф до 370 Бк/кг применяют вновь строящихся жилых и общественных зданий [40].

#### 1.3.4 Вода

Вода подается из городской водопроводной сети в район застройки. Для приготовления бетонной смеси используют водопроводную воду и воду с рН не менее 4, то есть с водой рН 4. Некислотная, незагрязненная лакмусовая бумага, красная. Содержание сульфата в воде не должно превышать 2700 мг/г (в расчете на SO<sub>4</sub>), а содержание всех солей не должно превышать 5000 мг/л. Содержание органического поверхностно-активного вещества, сахара или фенола не должно превышать 10 мг/л. Не должно быть жира, нефтепродуктов, масла и других

вредных веществ. Окисление воды - не более 15 мг/л. В случае подозрительных обстоятельств, пригодность воды для приготовления бетонных смесей должна быть проверена путем сравнения образцов, приготовленных с этой водой и обычной водопроводной водой [32].

При приготовлении бетонных смесей может поступать морская вода и другие растворы, которые отвечают вышеуказанным требованиям. В сухом и жарком климате внутренняя структура жилых и общественных зданий из бетонных и железобетонных конструкций является исключением, поскольку морская соль может проникать в поверхность бетона и вызывать коррозию стальных стержней. Для полива бетона при уходе за ним следует использовать то же качество воды, что и при приготовлении бетонной смеси, согласно требованиям ГОСТ 23732-79 «Вода для бетона и раствора. ТУ» [32].

До тех пор, пока качество бетона соответствует параметрам, указанным в проекте, разрешена техническая вода и природная вода, не смотря на то, что содержание вредных примесей в них превышает указанное в таблице, за исключением примесей ионов ХИ [4].

### 1.3.5 Арматура

В качестве напрягаемой арматуры применяют термомеханически упрочненную стержневую арматуру классов А-IV, Ат-V, Ат-VI по ГОСТ 10884 (независимо от свариваемости и повышенной стойкости к коррозионному растрескиванию арматуры), горячекатаную стержневую арматуру классов А-IV, А-V, А-VI по ГОСТ 5781, арматурные канаты класса К-7 по ГОСТ 13840, высокопрочную проволоку периодического профиля класса Вр-II по ГОСТ 7348, проволоку класса Вр-600 по ТУ 14-4-1322 и стержневую арматуру класса А-IIIв, изготовленную из арматурной стали класса А-III по ГОСТ 5781, упрочненной вытяжкой с контролем величины напряжения и предельного удлинения [35].

В качестве ненапрягаемой арматуры – горячекатаную стержневую периодического профиля А-II, А-III и гладкую класса А-I по ГОСТ 5781, проволоку периодического профиля класса Вр-I по ГОСТ 6727 и класса Вр-600 по ТУ 14-4-1322 [6].



#### 1.4 Правила прпемки

Транспортирование и хранение плит производят согласно требованиям ГОСТ 13015.4 и настоящему стандарту:

- плиты следует транспортировать и хранить штабелями, уложенными в горизонтальном положении;
- на специализированных транспортных средствах допускается перевозка плит в наклонном или вертикальном положении;
- высота штабеля плит не должна быть более 2,5 м;
- подкладки под нижний ряд плит и прокладки между ними в штабеле следует располагать вблизи монтажных петель.

#### 1.5 Описание технологической схемы



Рисунок 2 – Технологическая схема производства железобетонных многопустотных плит перекрытий

Производственная линия для изготовления многопустотных плит перекрытия состоит из нескольких последовательных этапов. Основные операции по производству многопустотных плит: очистка с помощью специальной щетинной машины и смазывание рельсов маслом, вытягивание армирующего троса для усиления и создания натяжения, использование экструзионного формовочного станка для формовки, который оставляет длинные пластины. Затем плиты подвергают термообработке по заранее установленному режиму. После того, как бетон наберет прочность, происходит снятие напряжения с арматуры и обрезка плиты до необходимой длины. После распиливания многопустотную плиту перекрытия снимают с производственной линии с помощью подъемных приспособлений, а затем отправляют на склад готовой продукции.

#### 1.6 Режим работы завода

Основная цель расчета режима работы заключается в том, чтобы в дальнейшем иметь основу для расчета технологического оборудования, расхода сырья, списка состава рабочих.

Режим работы предприятия характеризуется числом рабочих дней в году, количеством рабочих смен в сутки и количеством часов работы в смену.

Режим работы устанавливается по нормам технологического проектирования предприятия отрасли, а при отсутствии их – исходя из требований технологии. Он служит основным пунктом для расчета технологического оборудования, расходов сырья, количества рабочих.

Согласно ОНТП 07-85 принимается:

- номинальное количество рабочих суток в году – 260;
- количество рабочих смен в сутки при тепловой обработки – 2;
- продолжительность рабочей смены – 8 часов;
- длительность плановых остановок на ремонт – 7 суток. [48]

Фактическое число рабочих суток в году определяется как номинальное количество рабочих суток в году за вычетом плановых остановок на ремонт:  
 $V_p = 260 - 7 = 253$ .

### 1.6.1 Расчет производительности технологической линии

Годовая производительность станков (N) рассчитывается по формуле:

$$N = \frac{V \cdot n \cdot c}{d}, \quad (1)$$

где V- объем одновременно формируемого изделия, м<sup>3</sup>;

n-количество изделий, шт;

c-количество рабочих дней в году;

d-длительность одного оборота станка - 20 ч (время работы одного станка):

24 ч = 1,2 сутки

$$N = \frac{2,14 \cdot 15 \cdot 253}{1,2} = 6768 \text{ м}^3$$

Количество производственных линий, требуемых годовым планом завода, зависит в основном от способа изготовления и ассортимента продукции и рассчитывается по формуле:

$$K_T = P / N, \quad (2)$$

где K<sub>T</sub> – Рассчитаем количество производственных линий по формуле;

P –Годовой план производства требуемой продукции, м<sup>3</sup>;

N –Годовая производительность производственной линии, м<sup>3</sup>.

$$K_T = 20000 / 6768 = 2,9 \approx 3$$

Расчет производительности для каждого технологического передела производят по формуле:

$$P_p = P_o / (1 - B / 100) \quad (3)$$

где P<sub>p</sub> – производительность рассчитываемого передела;

P<sub>o</sub> – производительность передела, следующего за рассчитываемым;

B – производственные отходы и потери от брака, %

Для дальнейшего расчета необходимы следующие данные:

Производительность цеха – 20 тыс. м<sup>3</sup>/год;

Нормы потерь и брака по переделам:

– при приготовлении бетонной смеси – 0,5%;

- при формировании – 0,5%;
- при проведении ТО – 0,1%
- при расформовке изделий – 0,1%
- при выдержке – 0,1%
- при складировании – 0,05%

Расчет:

Производительность завода: 20 тыс. м<sup>3</sup> в год

Потери при приготовлении бетонной смеси:

$$P_p = 50000 / (1 - 0,5 / 100) = 50251 \text{ м}^3$$

Потери при формировании изделий:

$$P_p = 50251 / (1 - 0,5 / 100) = 50500 \text{ м}^3$$

Потери при проведении ТО:

$$P_p = 50500 / (1 - 0,1 / 100) = 50550 \text{ м}^3$$

Потери при расформовке изделий:

$$P_p = 50550 / (1 - 0,1 / 100) = 50600 \text{ м}^3$$

Потери при выдержке изделий:

$$P_p = 50600 / (1 - 0,1 / 100) = 50650 \text{ м}^3$$

Потери при складировании:

$$P_p = 50650 / (1 - 0,5 / 100) = 50625 \text{ м}^3$$

Производственная программа завода представлена в таблице 4.

Таблица 4 – Производственная программа завода

№	Технические ограничения	Производственные потери от брака, %	Производительность, м <sup>3</sup>			
			В год	В сутки	В смену	В час
1	Приготовление бетонной смеси	0,5	50251	193.3	24.2	3.02

Окончание таблицы 4

№	Технические ограничения	Производственные потери от брака, %	Производительность, м <sup>3</sup>			
			В год	В сутки	В смену	В час
2	Формование изделий	0,5	50500	194.3	24.3	3.03
3	Проведение ТО	0,1	50550	194.4	24.3	3.03
4	Расформовка изделий	0,1	50600	194.6	24.3	3.03
5	Выдержка изделий	0,1	50650	194.7	24.3	3.03
6	Складирование	0,05	50625	194.5	24.3	3.03

1.7 Материальный баланс

Мы определяем спрос, на материалы исходя из годовой выработки. Материал потребления на заводе составляет 50000м<sup>3</sup>. В таблице 5 перечислены потребности в бетонных материалах.

Таблица 5 – Материальный баланс материалов

Название материала	Ед.изм	Расход				
		В час	В смену	В сутки	В месяц	В год
Цемент	т/м <sup>3</sup>					
Вода	т/м <sup>3</sup>	4.26	34.1	68.125	1362.5	16350
Щебень	т/м <sup>3</sup>	8.6	68.9	137.9	2758.3	33100
Лигнопан Б-Т	т/м <sup>3</sup>	16.35	130.8	261.6	5233.3	62800

Окончание таблицы 5

Цемент	т/м <sup>3</sup>	2.0	16.04	32.1	641.6	7700
		0.023	0.18	0.36	7.375	88.5

## 2 МЕХАНИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

Чистка и смазка дорожки. Технологический процесс начинается с очистки одной из формовочных дорожек специализированной машиной для очистки дорожек и напыления на неё смазки в виде тонкой воздушной дисперсии. Средняя скорость очистки с помощью специальной машины – 6 м/мин. Время очистки – 15 минут. Смазка дорожки производится сразу же после очистки с помощью ранцевого насоса (рисунок 3,4).

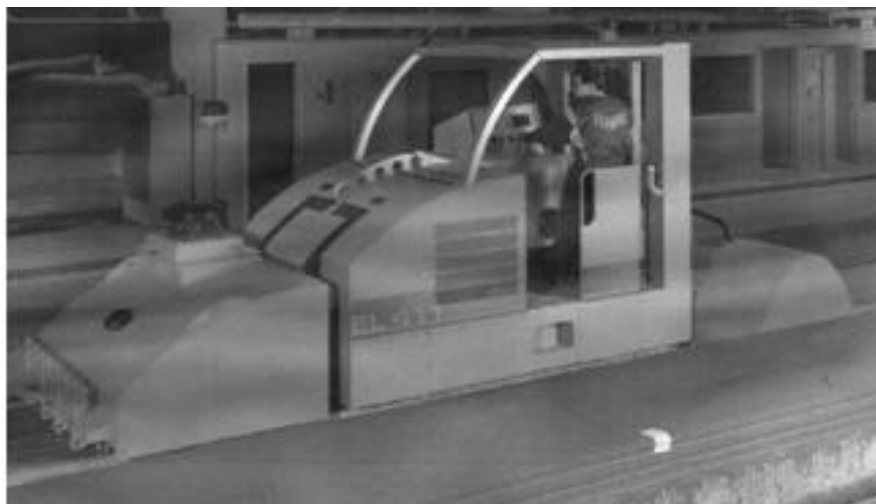


Рисунок 3 –Чистка и смазка формовочного станда

Раскладка и натяжение арматуры. После этого с помощью машины для раскладки проволоки арматуру разматывают из бобин и раскладывают на дорожке. После раскладки необходимого количества проволоки производится её натяжение при помощи гидравлической группы для натяжения. Концы проволоки фиксируются в фильерных отверстиях упоров при помощи цанговых зажимов. В среднем, на раскладку армирующей проволоки с учётом времени на заправку, высадку головок, обрезку концов и натяжения проволоки уходит не более 70 минут. Натяжение арматуры производится с помощью ручного натяжителя гидравлического и занимает с учетом времени установки его рабочее положение не более 10 минут. Концы проволоки отрезаются ручной отрезной машинкой и закрываются защитным кожухом, после чего дорожка готова к формованию.

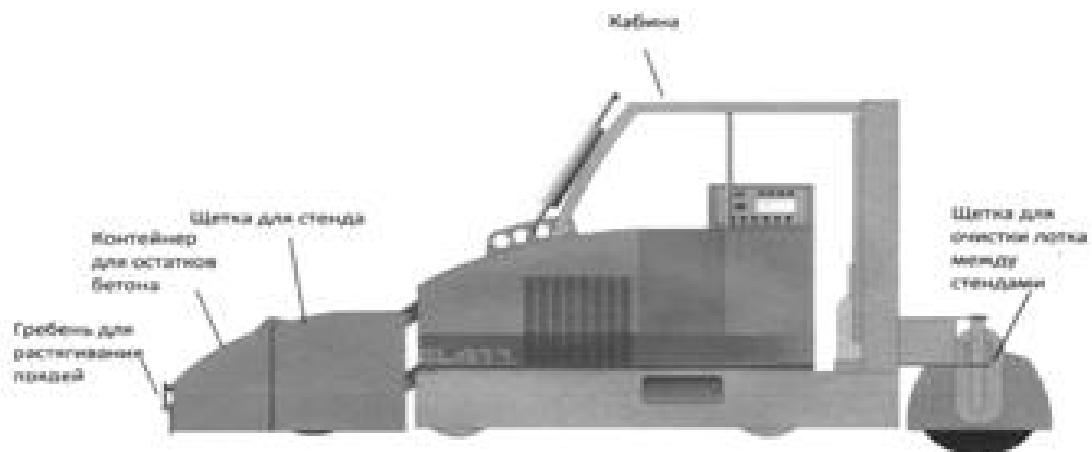


Рисунок 4 –Bedmaster EL411

При формировании по дорожке движется экструдер, оставляя за собой длинную плиту. Все операции выполняет формовочная машина-экструдер (рисунок 5).

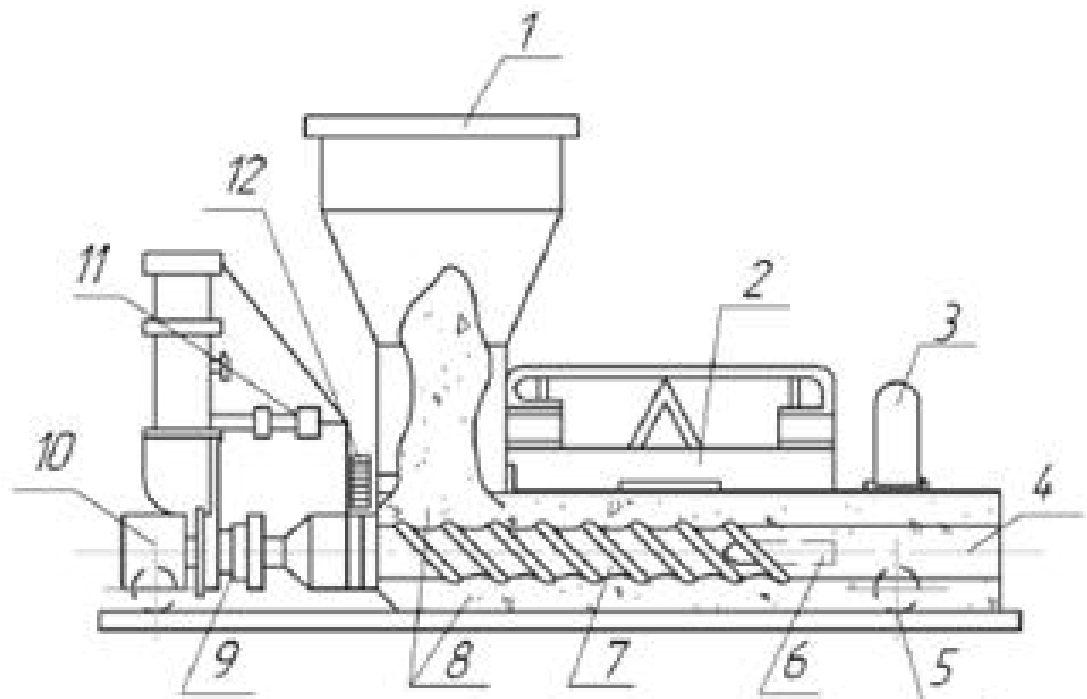


Рисунок 5 – Формовочная машина экструдер.



Средняя скорость формующей машины при производстве пустотных плит – 2 м/мин; с учетом времени на установку машины принимаем 60 минут. Ведущей машиной является экструдер (рис. 5). Его рама 1 оборудована четырьмя колесами с ребордами, которые перемещаются по рельсам, уложенным вдоль станда. Сверху на раме установлены: электрооборудование, электродвигатель с редуктором для вращения пустотообразователей, бункер для бетонной смеси, виброплита и стабилизирующая плита с уравнивающим грузом. Внутри рамы расположены пустотообразователи и боковые скользящие борта. Консольно закрепленная часть пустотообразователей состоит из прессующего шнека конической формы. Шаг витков шнека постоянный, но последние витки подрезаны до диаметра, равного диаметру отверстий в изделии. Внутри шнека установлен дебалансный вибратор, вращение которого осуществляется валом от электродвигателя. Направление вращения шнеков одинаковое. Однако каждые два соседних шнека имеют правое и левое направление винтовой линии. Стабилизирующая часть пустотообразователя соединяется со шнеком при помощи резиновых втулок. Таким образом, в зоне стабилизирующей плиты и задней части пустотообразователя вибрация очень незначительная. Вращение пустотообразователей осуществляется от электродвигателя через редуктор. На виброплите установлены два высокочастотных вибратора с круговыми колебаниями. Экструдер устанавливается на рельсы станда краном. Бетонная смесь жесткостью Ж4 с  $V/C = 0,47$  загружается в приемный бункер. Под действием собственной массы она попадает на витки шнеков, которые продвигают ее в формовочную камеру, образуемую шнеками, скользящими бортами, поддоном станда и виброплитой. В этой камере под воздействием прессующего давления шнеков, а также вибрации шнеков и виброплиты смесь формируется и уплотняется. За счет реактивной силы, возникающей при подаче бетонной смеси, экструдер движется в противоположную сторону, оставляя за собой отформованную бетонную полосу. Невибрируемые задние части пустотообразователей и верхняя плита заглаживают отформованные поверхности изделия. Прессующее давление на бетонную смесь определяется силами трения, возникающими между бетоном и

подвижными формовочными органами экструдера (пустотообразователи, виброплита, стабилизирующая плита, скользящие борта), а также сопротивлением передвижению самой машины. Груз на заглаживающей верхней плите служит для уравнивания задней части экструдера от воздействия упругих сил бетонной смеси [36].

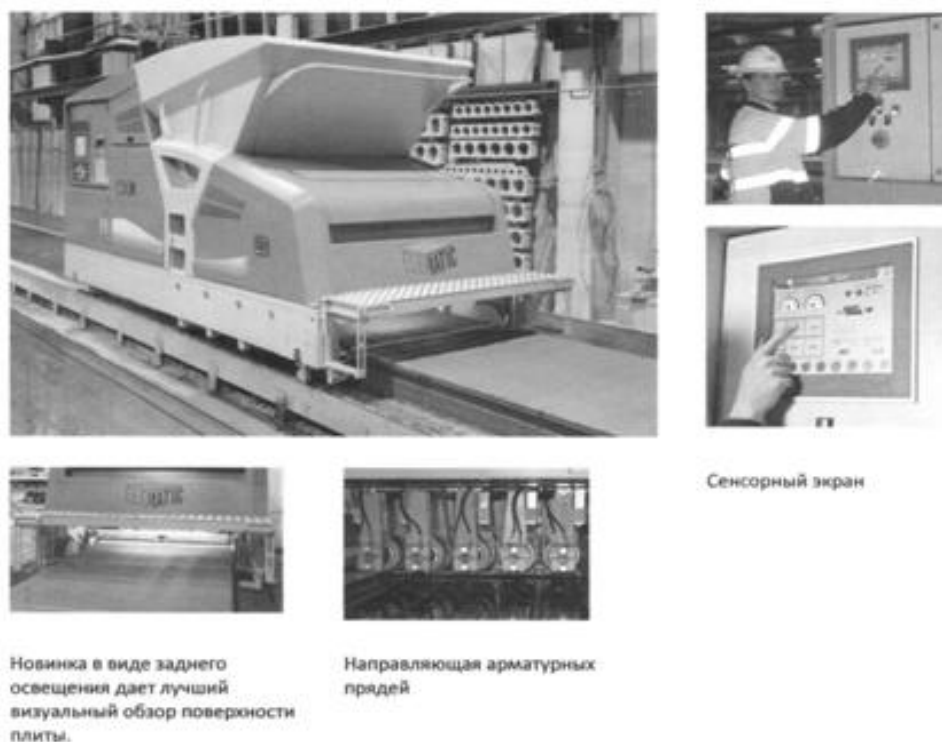


Рисунок 6 Формовочная машина–Extruder Elematic 9

Мойка формующей машины (рисунок 7). После формовки каждой дорожки машина устанавливается на стенд, после чего производится обязательная помывка формующей машины и пуансона – матрицы. Промывка производится струей воды под давлением 180 – 200 атмосфер. Эта операция занимает около 20 минут. Дорожку с лентой отформованного изделия при помощи тележки для раскладки защитного покрытия укрывают специальным укрывным материалом и оставляют на время процесса термообработки [47].



Рисунок 7 –Очистка формовочной машины

Термообработка. Тепловая обработка выполняется путем подогрева бетона снизу от металлической формирующей полосы и укрытия поверхности изделия водонепроницаемой пленкой. Практика показывает, что чрезвычайно важным является герметичность укрытия бетона, исключающее испарение влаги из-под пленки. В противном случае прогрев бетона приводит к его сушке и обезвоживанию поверхностного слоя, в результате чего через 14-16 часов тепловой обработки наблюдается снижение прочности в периферийных слоях изделия и проскальзывание арматуры в момент передачи напряжения на бетон. Для того чтобы ликвидировать этот недостаток, на ряде предприятий идут на перерасход цемента, завышение проектной прочности бетона и снижение температуры изотермической выдержки до 450°С.

Процесс термообработки изделий (рисунок 8) идет по следующей схеме: 2 часа подъем температуры до 60-70°С, 10 часов выдержка, 2 часа остывание. После достижения бетоном изделия передаточной прочности снимается укрывной материал, и лента обследуется работниками заводской лаборатории, которые производят разметку ленты на отрезки проектной длины для последующего разрезания.



Рисунок 8 –Пропарка плит

После набора изделиями отпускной прочности происходит снятие напряжения. Гидравлическим блоком для снятия напряжения из 3-х цилиндров производят плавный отпуск и передачу усилия натяжения арматуры на бетон изделия. Затем обрезают арматуру - это производится с помощью ручной гидравлической группы и занимает, с учетом времени установки ее в рабочее положение, не более 10 минут (рисунок 9).



Рисунок 9 –Снятие напряжения

Резка и сьем готовых изделий. После достижения передаточной прочности изделия режут на элементы расчетной длины специальной машиной с алмазным диском Д900. Продолжительность разрезания пустотной плиты отрезным диском с алмазным напылением составляет около 2 минут. Принимаем расчетную длину плиты 6мм, отсюда получаем 14 резов, время на резку плит на одной дорожке – около 30 минут; вместе с операцией установки машины и ее перемещения принимаем 70 минут. Применяют машины поперечной резки, разрезающие изделие перпендикулярно длине, и универсальные, способные резать изделие под любым углом. В процессе резки бетона диск охлаждается водой, образуя пульпу, которая в дальнейшем удаляется в систему очистки, где происходит отделение твердых частиц и возврат технической воды в производство.



Рисунок 10 – Пила EL 1300 А

Готовые плиты мостовым краном при помощи технологического захвата для транспортировки плит укладываются на грузовую тележку и вывозятся на склад готовой продукции (рисунок 11). В холодное время, прежде чем отправлять изделия на открытый склад, желательно складировать их на временной площадке в производственном цехе с тем, чтобы снизить перепад температуры между нагретым бетоном изделия и окружающим воздухом. Боковые поверхности плит маркируются работниками ОТК в установленном порядке.

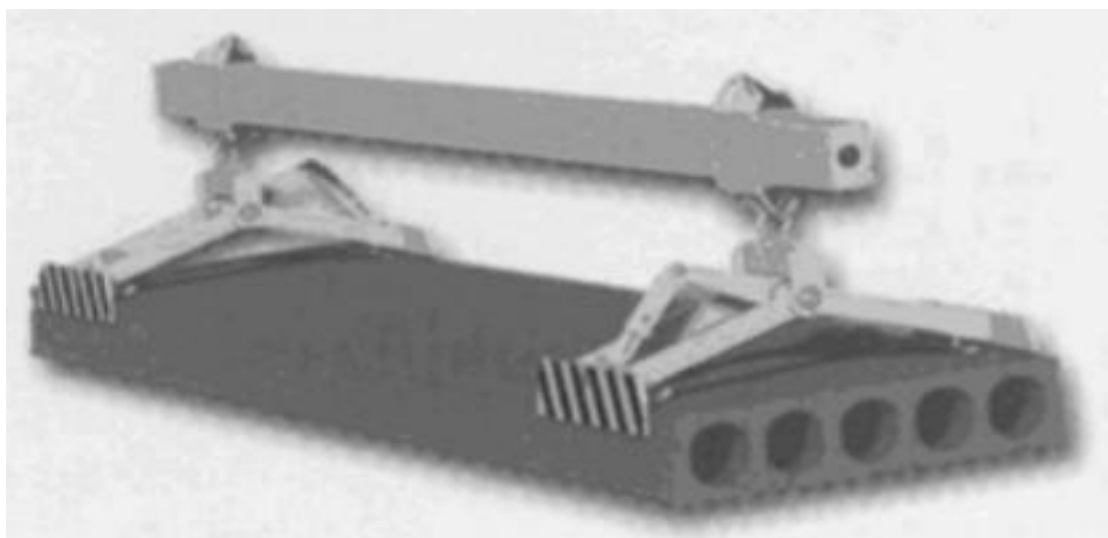


Рисунок 11–Мостовой кран

В таблице 6 приведено оборудование, применяемое в производстве плит перекрытия.

Таблица 6 – Техническое оборудование

Наименование	Кол-во	Технические характеристики	Ед.изм	Показатели
Бетоносмеситель БС-1125	2	Мощность	кВт	32
Формовочная машина Extruder Elematic 9	1	Мощность	кВт	45
		Бетонная воронка	М <sup>3</sup>	1,85
		Скорость передвижения	м/мин	2-3
Машина для очистки, смазки, растягивания арматурных прядей БедMaster EL411	1	Мощность	кВт	34
		Скорость движения	м/с	1.35
		Растяжение скорости линии армирования	м/с	0.55

Окончание таблицы 6

Наименование	Количество	Технические характеристики	Ед.изм	Показатели
Автомат для резкиSaw Elematic EL1300A	1	Мощность	кВт	62
		Скорость движения	м/с	85
Гидродомкрат для натяжения проволокиУНП	1	Максимальное усиления натяжения	т	5.30
Ручная гидравлическая группа для снятия напряжения ВС38- 19	1	Максимальное усилие	т	200
		масса	т	0.2
Кран мостовой электрический Elematic ,Ег405	1	Мощность	кВт	66
		Грузоподъемность	т	10
Пакетировщик для сбора и вызова готовой продукции CARRETILLA 2000	1	Потребляемая мощность	кВт	16

### 3. ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

#### 3.1 Описание термостенда и обоснование режима тепловой обработки

Важной составляющей технологического процесса изготовления пустотелых плит перекрытия является применение тепловлажностной обработки изделий, что ускоряет процесс набора отпускной прочности бетона и ускоряет оборачиваемость опалубки и увеличивает производительность предприятия. Основным способом ускорения твердения бетона является оптимизация и автоматизация режима тепловлажностной обработки.

На предприятии ООО "ЖБИ74" используется технологическая линия "Тэнсиланд", в которой для формования и термообработки железобетонных пустотных настилов и других изделий применяют термостенды. Термостенды периодического действия работают по циклической программе. Формования производится непосредственно на стендах. После окончания формования изделия на стенде накрываются укрывным материалом и начинается процесс термообработки изделия.

Обогрев стенда осуществляется горячей водой, поступающей от водонагревательной установки по металлопластиковым трубам замоноличенным в слой тяжелого бетона. Горячая вода температурой 80-90°C поступает от водонагревательной установки, расположенной за пределами цеха сборного железобетона, по металлопластиковым трубам диаметром 16 мм. Рабочее давление вода 5 атм.

Циркуляция горячей воды по стендам осуществляется при помощи двух циркуляционных насосов марки КМ 80-65-160 (один резервный). Для автоматического поддержания заданного температурного режима предусмотрены узлы управления с регулирующими клапанами 25 и 945 п (КЗР). Для автоматического поддержания заданного температурного режима предусмотрены узлы управления с регулирующими клапанами. Уточнение выбора температурного режима выполняется в период наладки оборудования.



Рабочее давление в системе теплоснабжения 3-4 кгс/см<sup>2</sup>. Для каждой из семи дорожек установлен автоматический однополюсный выключатель, который при сигнале с поста контроля открывается и вода начинает циркулировать по металлопластиковым трубам, вмонтированным в слой тяжелого бетона на дорожке. В верхних точках магистралей предусмотрены воздухоотводчики. Значения давления воды контролируются манометрами (М), вмонтированными в трубопровод.

Термостенд представляет собой бетонное поле с калиброванным металлическим листовым покрытием, разделенное на семь формовочных дорожек и одну технологическую. Все дорожки ограничены рельсами для установки на них и перемещения технологических машин. Металлическое листовое покрытие служит основанием для формирования железобетонных изделий. Под металлическим листовым покрытием размещены нагревательные элементы для подогрева пола и передачи тепла к свежесформованному изделию и ускорения процесса набора прочности бетона. Термостенды укрывают брезентом для уменьшения тепловых потерь в окружающую среду перед термообработкой.

Основание формовочной дорожки выполнено из трехслойного бетона - тяжелого бетона, керамзитобетона и верхний слой из пескобетона. По обоим торцам формовочных дорожек расположены упоры для крепления концов высокопрочной проволоки, применяемой для армирования железобетонных изделий. За упорами, расположенными в конце дорожек, имеется зона для выхода оборудования, его мойки и технического обслуживания. Там же устроены каналы и отстойник для сбора отходов производства и очистки воды перед сбросом в канализацию.

Для плавного подъема температуры термостенда, термообработки сформованных железобетонных изделий по заданному графику служит система управления теплоснабжением с оборудованием, смонтированным в тепловом канале для управления температурными режимами по заданной программе в каждой отдельной дорожке.

Тепловой канал располагается ниже уровня металлического листового покрытия, в котором реализовано распределение металлопластиковой трубы по всему периметру формовочных и технологических дорожек с целью эффективной и равномерной передачи тепла на внутреннюю сторону металлического покрытия дорожек.

Горячая и влажная обработка должна обеспечить достижение бетоном 75 % проектной прочности, а также ограничение роста температуры и скорости охлаждения стеновой камеры до 10°С/ч согласно СНиП 3.06.04-91. Максимальная температура не должна превышать 90°С. Текущее время нагрева установки устанавливается на 64°С в течение 6 часов, затем следует изотермический нагрев и, наконец, 4 часа охлаждения, в общей сложности 10 часов. Для регулирования температуры на каждой дорожке установлены датчики.

На сегодняшний день на предприятии существует проблема, связанная с тепловлажностной обработкой плит высотой 300 мм, связанная с неравномерным прогревом изделий.

Для модернизации существующей тепловлажностной обработки, было принято решение обогреваемое формовочное поле, разделить на несколько отдельных термозон, в которых трубы обогрева будут выложены в виде двойных змеевиков для равномерной теплопередачи, при этом каждая термозона будет содержать узел распределения теплоносителя, связанный с основной (подающей и обратной) магистралью подачи теплоносителя и с пультом системы автоматического управления термостенда (рисунок 12). Также можно использовать добавку ускоритель твердения. Данные мероприятия позволят снизить теплотери и более выгодно распределить тепло при пропарке изделий.

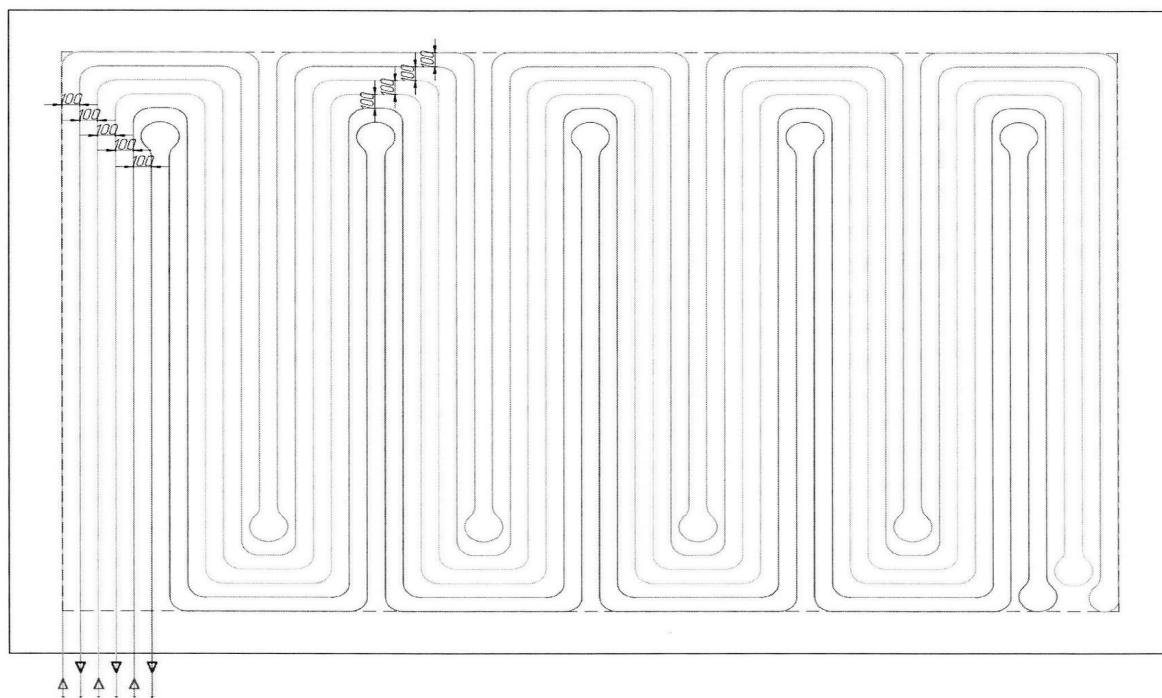


Рисунок 12 – Устройство формовочного поля термостенда в виде отдельных термозон, в которых трубы обогрева выложены в виде двойных змеевиков

Усовершенствование устройства термостенда, который будет включать отдельные термозоны для прогрева бетонной смеси, приведет к созданию равномерного распределения температуры (улучшение процесса теплообмена) по всему участку формуемого изделия и автоматизированного контроля, что несомненно повлияет на повышение качества готовых изделий.

### 3.2 Исходные данные для расчета термостенда

Вид изделия: пустотная плита перекрытия (брали по ЗПБ 120-12-7)

Геометрические размеры изделия:

длина - 11980 мм;

ширина - 1195 мм;

высота - 300 мм;

Масса изделия:  $m = 5,65$  т;

Объем одного изделия:  $V_u = 4,295$  м<sup>3</sup>;

Объем бетона в изделии:  $V_e = 2,2$  м<sup>3</sup>;

Расход арматуры на 1 изделие:  $G_a = 114,46$  кг;

Класс бетона В40

Водоцементное отношение:  $V/C = 0,35$ ;

Марка цемента:  $M_c = 400$ ;

Масса бетона в изделии:  $G_b = 5,5$  т;

Расход материалов на  $1 \text{ м}^3$ :

цемента -  $G_c = 565$  кг;

песка —  $G_p = 835$  кг;

щебня -  $G_{щ} = 1000$  кг;

воды с учетом растворов добавок -  $G_b = 157,5$ кг;

Плотность бетона =  $2,9 \text{ г/см}^3$

Плотность бетонной смеси

$$\rho_{bc} = G_c + G_p + G_b + G_{щ} = 565 + 835 + 1000 + 157,5 = 2557,5 \text{ кг/м}^3 \quad (4)$$

Масса сухих веществ на  $1 \text{ м}^3$

$$G_{cb} = G_c + G_p + G_{щ} = 565 + 835 + 1000 = 2400 \text{ кг} \quad (5)$$

Масса сухих веществ на 1 изделие:

$$G_{c1} = G_{cb} V_b = 2400 \cdot 2,2 = 5280 \text{ кг} \quad (6)$$

Количество воды, вступившей в реакцию с вяжущим ( $\text{кг/м}^3$ ):

$$G_{BC} = G_c \cdot a_1, \quad (7)$$

где  $a_1 = 0,138$  - степень гидратации.

$$G_{BC} = 565 \cdot 0,138 = 78 \text{ кг/м}^3$$

Температура окружающей среды:  $t_0 = 20^\circ\text{C}$  ;

Начальная температура стенда:  $C = 20^\circ\text{C}$  ;

Максимальная температура стенда в период ТВО:  $t_{\max} = 70^\circ\text{C}$ ;

Удельная теплоемкость бетона:  $C_b = 0,87 \text{ кДж/кг}^\circ\text{C}$

Теплопроводность бетона:  $\lambda_b = 1,9 \text{ Вт/м}^\circ\text{C}$ ;

Температуропроводность бетона:  $a_b = 3,49 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2/\text{ч}$ ;

Прочность бетона после ТВО:  $R_{\text{ТВО}} = 37 \text{ МПа (70 \%)}$ ;

Удельная теплоемкость воды:  $c_w = 4,19 \text{ кДж/кг}^\circ\text{C}$ ;

Удельная теплоемкость арматуры и металла формы:  $c_{\text{мм}} = 0,482 \text{ кДж/кг}\cdot\text{°C}$ .

### 3.3 Расчет эффективности теплоизоляции термостенда

Тепловлажностная обработка изделий с помощью технологии непрерывного или периодического действия на термостендах используется для изготовления крупных изделий, которые не позволяют использовать мобильные формы. Основным достоинством данной технологии является то, что изделие может быть отлито непосредственно на месте.

Рассчитаем сопротивление стенда по покрытию по формуле

$$K = \frac{\delta_3}{\lambda_3}, \quad (8)$$

где  $\lambda_3 = 0,031 \frac{\text{BT}}{\text{M}}$  - теплопроводность брезента;

$\delta_3 = 3 \text{ мм}$  - толщина брезента.

$$K = \frac{0,003}{0,031} + \frac{1}{12} = 0,18^\circ \text{C} \cdot \frac{\text{M}^2}{\text{BT}},$$

Расчет температуру продукта при нагреве

Для расчета используется стандартное уравнение нестационарного теплообмена.

По формуле, критерий Био :

$$B_i = \frac{\alpha \cdot R}{\lambda}, \quad (9)$$

где  $\alpha$  - коэффициент теплоотдачи;

$$B_i = \frac{25 \cdot 0,6}{1,9} = 7,89$$

Критерий Фурье:

$$F_o = \frac{\alpha \cdot \tau}{R}, \quad (10)$$

где  $\alpha$  - коэффициент термодиффузии нагреваемого материала

$\tau$  - время нагрева;

R - Размер теплопередачи

$$\alpha = \frac{\lambda}{c \cdot \rho}, \quad (11)$$

где  $\lambda = 1.9 \text{ кДж/м}^3$  - теплопроводность материала ;

$c = 0.87 \text{ Дж/м}^3 \cdot \text{C}$  - теплоемкость материала;

$\rho = 2900 \text{ кг/м}^3$  - плотность материала

$$\alpha = \frac{1,9}{0,87 \cdot 2900} = 0,00075,$$

$$F_0 = \frac{0,00075 \cdot 6}{0,6} = 0,0075,$$

По графику получаем:

Безразмерная температура поверхности  $\theta_n = 0,45$

Безразмерная средняя температура  $\theta_{\text{ц}} = 1,0$

Конечная температура поверхности :

$$t_{(1-2)n} = t_{(1-2)0} - \theta_n (t_{(1-2)0} - t_1), \quad (12)$$

где  $t_{(1-2)0}$  — средняя по времени температура среды за период;

$t_1$ - начальная температура в стойке,  $t_1 = 20 \text{ }^\circ\text{C}$ .

$$t_{(1-2)0} = \frac{1}{2} (t_{\text{max}} + t_{\text{oc}}), \quad (13)$$

где  $t_{\text{max}}$  — максимальная температура среды в стенде,  $t_{\text{max}} = 70 \text{ }^\circ\text{C}$ ;

$t_{\text{oc}}$ - температура в начале периода ,  $t_{\text{oc}} = 20 \text{ }^\circ\text{C}$ .

$$t_{(1-2)0} = \frac{1}{2} (70 + 20) = 45 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$t_{(1-2)n} = 45 - 0,45 \cdot (45 - 20) = 33,8 \text{ }^\circ\text{C}$$

Температура центра изделия к концу периода :

$$t_{(1-2)Ц} = t_{\max} - \theta_{Ц} (t_{(1-2)0} - t_1), \quad (14)$$

$$t_{(1-2)Ц} = 70 - 1,0 \cdot (45 - 20) = 45^\circ \text{C}$$

Средняя температура изделия в конце периода:

$$t_{(1-2)} = 0,67 t_{(1-2)Ц} + 0,33 t_{(1-2)n}, \quad (15)$$

$$t_{(1-2)} = 0,67 \cdot 45 + 0,33 \cdot 33,8 = 41^\circ \text{C}$$

Повышение температуры изделия вследствие экзотермии вяжущего:

$$dt_n = \frac{a_1 \cdot q_{Ц1} \cdot G_{Ц}}{c_{б1} \cdot \rho_{бс}}, \quad (16)$$

$$q_{Ц1} = \frac{M_{Ц} \cdot \theta_1 \cdot \alpha_0 \cdot \sqrt{M / Ц}}{1,62 + 0,96 \cdot \theta_1}, \quad (17)$$

$$\theta_1 = D_n \cdot t_{(1-2)0}, \text{ } ^\circ\text{C} \cdot \text{ч}$$

$$\theta_1 = 6 \cdot 45 = 270 \text{ } ^\circ\text{C} \cdot \text{ч}$$

$$\alpha_0 = 0,84 + 0,0002 \cdot \theta_1,$$

$$\alpha_0 = 0,84 + 0,0002 \cdot 270 = 0,894 \text{ } ^\circ\text{C} \cdot \text{ч}$$

$$q_{Ц1} = \frac{400 \cdot 270 \cdot 0,894 \cdot \sqrt{0,35}}{162 + 0,96 \cdot 270} = 135,6 \text{ ,кДж/кг}$$

$$dt_n = \frac{0,138 \cdot 135,6 \cdot 565}{0,87 \cdot 2557,5} = 4,75 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Фактическая температура продукта на конец периода:

$$t_{(1-2)\delta} = t_{(1-2)} + dt_n \quad (18)$$

$$t_{(1-2)\delta} = 41 + 4,75 = 45,75 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Тепловой поток брезента:

$$q = \frac{t_{(1-2)0} - t_{oc}}{\left(\frac{1}{a_1} + \sum \frac{\delta_i}{\lambda_i}\right)}, \quad (19)$$

где  $a_1$  – коэффициент теплопередачи теплоносителя термостата;

$a_2=1,2$  – коэффициент теплопередачи наружной поверхности кронштейна к воздуху;

$\lambda_i$  – межслойная теплопроводность;

$\delta_i$  – толщина нижнего слоя.

$$q = \frac{45 - 20}{\left(\frac{1}{12} + \frac{0,003}{0,06}\right)} = 187,5 \text{ Вт/м}^2$$

Граничная температура слоя:

$$t_1 = t_{(1-2)0} - \frac{q}{a_1}, \quad (20)$$

Определим температуру на поверхностях брезента стенда:

$$t_1 = 45 - \frac{187,5}{13,8} = 31 \text{ }^\circ\text{C}$$

### 3.4 Тепловой баланс термостенда

Расход тепла

Теплосодержание сухой части бетонной смеси:

$$Q_{1-1} = G_c c_{\delta} t_0, \quad (21)$$

$$Q_{1-1} = 5280 \cdot 0,87 \cdot 20 = 91872 \text{ кДж}$$

Теплосодержание влаги, содержащейся в бетонной смеси:

$$Q_{1-2} = G_w c_w t_0, \quad (22)$$

$$Q_{1-2} = 346,5 \cdot 4,19 \cdot 20 = 29036,7$$



Теплосодержание арматуры и закладных изделий, загруженных в термостед:

$$Q_{1-3} = G_{ap} \cdot c_{mm} \cdot t_0, \quad (23)$$

$$Q_{1-3} = 114,46 \cdot 0,482 \cdot 20 = 1103,4 \text{ кДж}$$

Теплоэкзотермия вяжущего:

$$Q_{1-4} = \alpha_1 \cdot q_{ц1} \cdot G_{ц} \cdot V_{бк}, \quad (24)$$

$$Q_{1-4} = 0,138 \cdot 135,6 \cdot 565 \cdot 2,2 = 23260 \text{ кДж}$$

Приход тепла с теплоносителем:

$$Q_{1-5} = G_1 \cdot i_{воды}, \quad (25)$$

$$Q_{1-5} = 2537 \cdot G_1$$

Сумма приходных статей:

$$Q_{1n} = \sum Q_{1-i}, \quad (26)$$

$$Q_{1n} = 91872 + 29036,7 + 1103,4 + 23260 + 2537 \cdot G_1 = 145272 + 2537 \cdot G_1 \text{ кДж}$$

Расход тепла:

На нагрев сухих материалов:

$$Q_{2-1} = G_c \cdot c_{\delta} \cdot t_{(1-2)\delta}, \quad (27)$$

$$Q_{2-1} = 5280 \cdot 0,87 \cdot 42,75 = 196376,4 \text{ кДж}$$

Нагрев воды в бетонной смеси:

$$Q_{2-2} = G_w \cdot c_w \cdot t_{(1-2)\delta}, \quad (28)$$

$$Q_{2-2} = 346,5 \cdot 4,19 \cdot 42,75 = 62065,9 \text{ кДж}$$

Потери тепла через брезент:

$$Q_{2-3} = 3,6 \cdot \kappa_1 \cdot D_n \cdot (t_{n.kp} - t_{oc}), \quad (29)$$

где  $\kappa_1$  – коэффициент теплопередачи брезента;

$t_{n.kp} = 30^\circ\text{C}$  – температура внутренней поверхности брезента.

$$\kappa_1 = \frac{1}{\frac{1}{a_1} + \sum \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{a_{\text{бр}}}}, \text{Вт/м}^2 \cdot \text{°C} \quad (30)$$

$$a_{2kp} = 3,3 \cdot a_{\text{бр}}, \text{Вт/м}^2 \cdot \text{°C} \quad (31)$$

где  $a_{\text{бр}}$  – коэффициент теплоотдачи,  $a_{\text{бр}}=0,1 \text{Вт/м}^2 \cdot \text{°C}$  при температуре наружной поверхности брезента  $t_{\text{н.бр.}}=38 \text{°C}$ .

$$a_{\text{бр}} = 3,3 \cdot 0,1 = 0,33 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2} \cdot \text{°C}$$

$$\kappa_1 = \frac{1}{\frac{1}{12} + \frac{0,003}{0,06}} = 7,51 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2} \cdot \text{°C}$$

$$Q_{2-3} = 3,6 \cdot 7,51 \cdot 6 \cdot (30 - 20) = 1622,2 \text{ кДж}$$

Тепло на нагрев арматуры и закладных изделий:

$$Q_{2-4} = G_{\text{ар}} c_{\text{MT}} t_{(1-2)\delta}, \text{кДж} \quad (32)$$

$$Q_{2-4} = 114,46 \cdot 0,482 \cdot 45,75 = 2524 \text{ кДж}$$

Сумма расходных статей:

$$Q_{1p} = \sum Q_{2-i} \quad (33)$$

$$Q_{1n} = 196376,4 + 62065,9 + 1622,2 + 2524 = 262589 \text{ кДж}$$

Уравнение теплового баланса периода подъема температуры:

$$Q_{1n} = Q_{1p} \quad (34)$$

$$145272 + 2537 \cdot G_1 = 262589$$

$$G_1 = 46 \text{ кг}$$

тогда:

$$145272 + 2537 \cdot 46 = 261974 \text{ кДж}$$

Среднечасовой расход за период:

$$G_{1c} = \frac{G_1}{D_{II}} \quad (35)$$

$$G_{1c} = \frac{46}{6} = 7,7 \text{ кг/ч}$$

$$G_{VII} = \frac{G_1}{V_{\text{ок}}} \quad (36)$$

$$G_{VII} = \frac{46}{2,2} = 20,9 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

$$G_{VII} = 20,9 \leq 170 \text{ кг/м}^3 \quad (37)$$

При этом, фактический удельный расход воды на термообработку согласно данным завода составляет - 55 м<sup>3</sup>/ч. Принимаем удельный расход воды равным 55 м<sup>3</sup>/ч. Все посчитанные данные сводим в таблицу 7.

Таблица 7 – Сводная таблица теплового баланса

№	Наименование статьи	Количество тепла по статье	
		кДж	%
Q <sub>1-1</sub>	Теплосодержание сухой части бетонной смеси	91872	35
Q <sub>1-2</sub>	Теплосодержание влаги, содержащейся в бетонной смеси	29036,7	11.1
Q <sub>1-3</sub>	Теплосодержание арматуры и закладных изделий, загруженных в термостед	1103,4	0.4
Q <sub>1-4</sub>	Теплоэкзотермия вяжущего	23260	8.9
Q <sub>1-5</sub>	Приход тепла с теплоносителем	116702	44.6
И того в приходе:		261974	100
Q <sub>2-1</sub>	На нагрев сухих материалов	196376,4	74.8

Окончание таблицы 7

Q <sub>2-2</sub>	Нагрев воды в бетонной смеси	62065,9	23.7
Q <sub>2-3</sub>	Потери тепла через брезент	1622,2	0.6
Q <sub>2-4</sub>	Тепло на нагрев арматуры и закладных изделий	2524	0.9
Итого в приходе:		262589	100

Расчет после модификации термостенда

Расход 1 МВт тепла на 100 м<sup>2</sup> термостенда, 0,75 кВт электроэнергии на 1 термозону.

Площадь одной формовочной дорожки - 1,84\*8,6 = 15,824 м<sup>2</sup>

1 мегаватт [МВт] = 3600000 килоджоуль в час [кДж/ч].

Приход тепла с теплоносителем:

$$Q = 0,15824 \cdot 3600000 = 569664 \text{ м}^2 \cdot \text{кДж} / \text{ч} , \quad (38)$$

Сумма расходных статей ранее была посчитана и равна 262423 кДж

Уравнение теплового баланса периода подъема температуры:

$$Q_{1n} = Q_{1p} \quad (39)$$

$$-569664 + 2537 \cdot G_1 = 262423$$

$$G_1 = 121,1 \text{ кг}$$

Расчет среднечасовой расход за период:

$$G_{1c} = \frac{G_1}{D_{II}} \quad (40)$$

$$G_{1c} = \frac{121,1}{6} = 20 \text{ кг/ч}$$

Расчет удельный расход воды на термообработку:

$$G_{VII} = \frac{G_1}{V_{\text{ок}}} \quad (41)$$

$$G_{уп} = \frac{121 \cdot 1}{2,2} = 60,5 \frac{кг}{м^3}$$

$$G_{уп} = 60,5 \leq 170 \text{ кг/м}^3 \quad (42)$$

261974 – 569664

При изменении конструкции теплового агрегата в 2,17 раза увеличился приход тепла на обогрев изделий, в связи с чем, можно сократить время изотермической выдержки, регулировать ее температуру. Кроме того, изменение технологии приведет к более однородному прогреву изделий. Следует отметить некоторое повышение объема теплоносителя, что при общих положительных аспектах не приводит к значительному удорожанию производства. А увеличение эффективности работы термостенда приведет к снижению затрат и повышению качества плит.

#### 4 АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА

В эту постоянно меняющуюся эпоху повсеместно, механизация играет особую роль. И когда мы с нетерпением ожидаем большего удобства, которое может принести оборудование, первое, что приходит на ум, это автоматизация. Будучи главным приоритетом будущего развития машиностроения, автоматизация привлекла внимание людей, как только она появилась. Процесс автоматизации позволяет повысить коэффициент использования пространства, проводить быстрый анализ и выполнение задач и т. д., такие функции побуждают современное поколение людей прикладывать к данному процессу определенные усилия. Автоматизация может принести не только удобство во времени, но и способность оптимизировать рабочую силу в суровых и агрессивных условиях. В то же время, обтекаемое и эффективное будущее автоматизации, в некоторой степени, является мечтой предпринимателей, и если оно выйдет на международную арену, оно совпадет со стратегическими потребностями промышленного производства страны.

Целью современной науки и техники является автоматизация. Автоматизированные машины и оборудование не только экономят рабочую силу, но и значительно повышают эффективность работы. Простым примером автоматизации являются бетономешалки. Нынешние гидравлические бетоносмесители лестничного типа, бетоносмесители с полным подъемом и бетоносмесители с двойной спиралью обладают определенной степенью автоматизации, что, конечно, требует дальнейшего совершенствования.

Автоматизация бетоносмесителя в основном состоит из автоматизации бетономешалки для каждого или одного из трех аспектов – подачи, выгрузки и смешивания бетонной смеси. Стоит отметить, что в дополнение к упомянутым выше преимуществам автоматизации бетономешалок можно также отнести научные исследования в области достижения точного контроля смешивания бетонной смеси, тем самым улучшая качество бетона.

Современные бетоносмесители принудительного действия обычно используются на бетоносмесительных станциях и могут контролировать подачу, разгрузку и перемешивание бетоносмесителя через диспетчерскую. Особенно при смешивании можно контролировать скорость бетономешалки, количество добавленной воды и время перемешивания бетономешалки. Разработка бетоносмесителей становится все более автоматизированной и более удобной в управлении.

Бетономешалки подразделяются на два типа: смесители с принудительным смешиванием и самопадающие смесители. Как правило, смесители с принудительным перемешиванием используются чаще, их функция - смешивать и смешивать сырье, такое как песок и известь, для получения бетона, который является основным компонентом смешивания бетона.

Система взвешивания материала в основном делится на совокупное взвешивание, взвешивание порошка и взвешивание жидкости. Такая система является ключевым компонентом для контроля пропорций сырья и влияет на качество готового продукта. Система взвешивания также позволяет более точно рассчитывать стоимость сырья и приносить больше пользы для пользователей. Большую экономическую выгоду.

Система транспортировки материала также подразделяется на агрегатную, порошковую и жидкостную транспортировку. Система транспортировки значительно сокращает человеческие ресурсы, повышает общую эффективность производственной линии и повышает степень автоматизации и безопасности оборудования.

Для системы хранения материала общий заполнитель может быть уложен на открытом воздухе, а порошок может храниться на складе в стальных бочках.

Система управления является ключом ко всей производственной линии. Она используется для контроля подачи, смешивания и производства бетона всей производственной линии. Существуют определенные технические требования, которые требуют от персонала работы в соответствии с инструкциями по эксплуатации продукта. Весь процесс бетоносмесительного оборудования имеет

различные стили комбинирования, и цена и производительность также различаются, это зависит от реальной ситуации клиента и его силы.

Песок в бункере требует небольшой порции гравия (M/F) и большей части гравия (K/F) для транспортировки к соответствующему распределителю. Конкретное количество гравия зависит от состава. Чтобы гравий не оставался в мусорном баке (песок), используют вибраторы. Цемент в распределителе обеспечивается шнековым питателем. Чтобы достичь точности подачи, привод спиральной подачи управляется инвертором, и устанавливаются две скорости: «грубая» и «точная». В распределителе сырье поступает на смеситель. Компьютерная разгрузка/контроль загрузки должны быть достигнуты путем размещения замков под каждым бункером.

Над смесителем находится дозатор воды (должен быть подключен к водопроводной воде) и добавки (химические добавки предоставляются резервуарами для химических добавок). Жидкие компоненты (вода и добавки) поступают в смеситель в определенном объеме.

Ингредиенты смешиваются в смесителе в соответствии со временем, установленным оператором. Для безопасности машины необходимо чтобы следили за тем, открыт смеситель или нет, является ли ток нагрузки смесителя нормальным, и открыта или закрыта разгрузочная дверца смесителя. После завершения процесса смешивания смесь выгружается. После чего устанавливают вибратор, чтобы смесь не падала (рисунок 13).

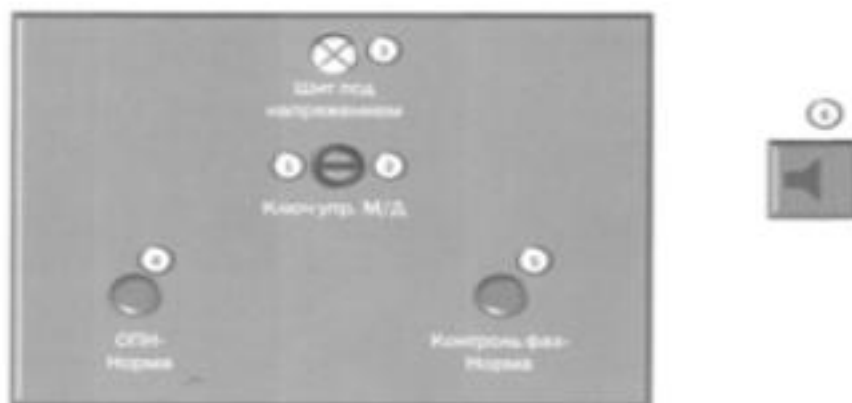


Рисунок 13 – Ключ управления БСУ



Участок дозирования инертных компонентов (рисунок 14) необходим чтобы:

1) Контролировать открытие или закрытие клапанов агрегатов 1 и 2, используемых для входа в смесительное оборудование.

2) Контролировать открытие или закрытие клапанов 1 и 2 из природного песка, используемых для входа в смесительное оборудование.

3) Для мониторинга и контроля количества щебня, используемого для бетона, включен или выключен.

4) Для мониторинга и контроля включения или выключения вибратора, используемого для природного песка.

5) Для мониторинга и контроля веса природного песка и заполнителя.



Рисунок 14 – Участок дозирования инертных компонентов

Участок подачи цемента, воды и добавок (рисунок 15) необходим для:

1) Мониторинга и контроля количества цемента, является ли уровень цемента в хранилище большим или маленьким.

2) Мониторинга и контроля открывания клапана накачки (открыт или закрыт).

3) Мониторинга и контроля работы цемента в шнековом питателе.

4) Контролирования качества цемента в распределителе цемента.

5) Мониторинга и контроля открывания или закрывания цементных ворот на распределителе.

6) Для контроля количества добавок и контроля насоса - «выкл», «пуск».

7) Подачи химических добавок на клапан коллектора и контроля состояния клапана - «открыто», «закрыто».

8) Сбора добавок: контроль уровня жидкости при сборе - «максимум», «минимум».

9) Группа клапанов химических добавок в дозаторе химических добавок: контроль и управление состоянием клапана «открыт», «закрыт».

10) Мониторинг и контроль дозировки добавок в дозаторе.

11) Клапаны, которые контролируют выброс добавок в воду, открыты или закрыты.

12) Мониторинга и контроля открытия или закрытия клапана подачи воды.

13) Мониторинга и контроля водозабора.

14) Мониторинга и контроля открытия или закрытия сливного клапана.

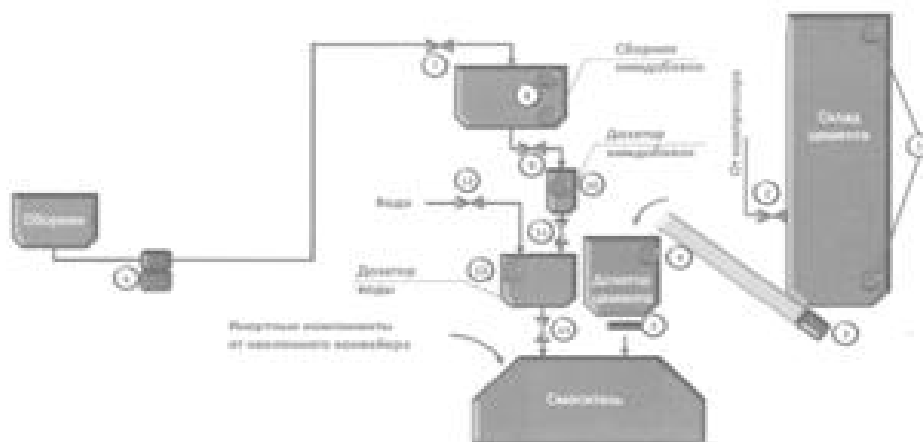


Рисунок 15 – Дозирование цемента, воды и химических добавок

Смеситель и компрессор (рисунок 16) необходим для::

- 1) Мониторинга и контроля включения и выключения смесителя.
- 2) Следите за тем, чтобы ток нагрузки смесителя был нормальным .
- 3) Контроля люка смесителя, открыт или закрыт.

4) Мониторинга и контроля открытия или закрытия разгрузочной дверцы смесителя.

5) Мониторинга и контроля выключения или включения компрессора.

6) Мониторинга давления воздуха - 600 кПа .

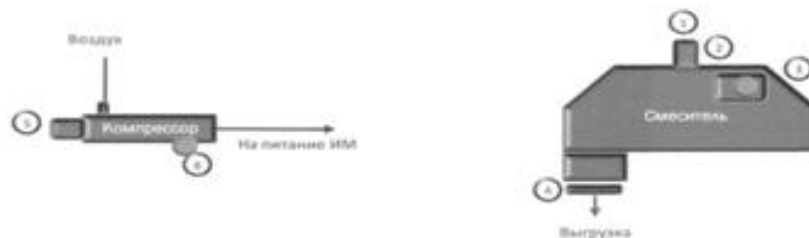


Рисунок 16 – Компрессор и смеситель

Согласно ГОСТ 21.404-85 на рисунке 17 представлены средства автоматизации описанные в установленной форме. Это круг с буквами и цифрами, который может отображать измеренное значение и функцию, выполняемую устройством одновременно [29].

Значение букв в названии следующее:

- Наименование измеряемой величины;
- Наименование размера измерения;
- Функциональные атрибуты устройства.

Все электрооборудование (электроизмерительные приборы, сигнальные индикаторы, индикаторы, электрические звонки, кнопки управления, электромагнитные пускатели и т. д.) соответствуют требованиям ГОСТ 2.710-81 и РМ4-106-8.

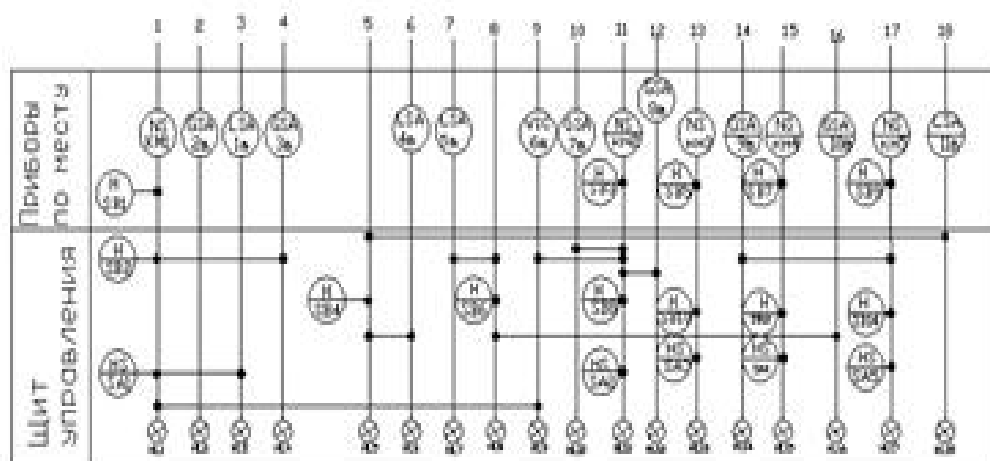
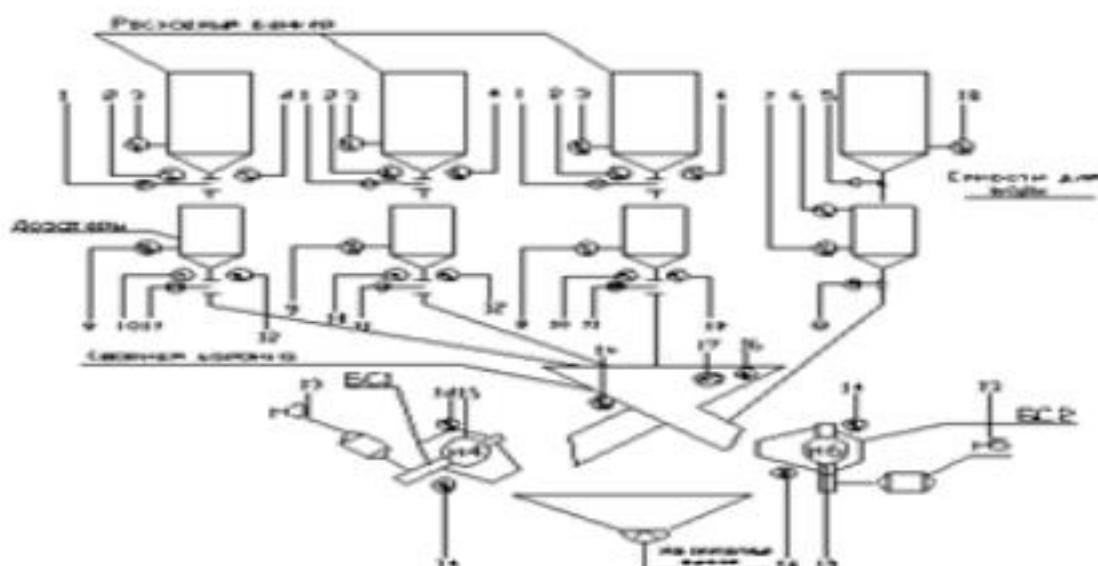


Рисунок 17 – Схема автоматизации БСУ

Таблица 8 – Спецификация автоматизированного БСУ

Позиция	Наименование	Количество
HL1...HL18	Сигнальная лампа	18
Sv1...Sv9	Кнопка по месту	5
SB2... SB14	Кнопки управление на шите	5
KM1...KM5	Магнитный пускатель	5

## Окончание таблицы 8

Позиция	Наименование	Количество
SA1...SA5	Универсальный переключатель	5
2а.3а.7а.2в.3в.7в.	Конечный выключатель	9
8а.9а.10а.8в.9в.10в.	Конечный выключатель	9
WE6а.6в	Весы	3
1а.4а.1в.4в	Уровнемер	5
5а.11а.5в.11в	Уровнемер	2

## 5 ОРГАНИЗАЦИЯ И ПЛАНИРОВАНИЕ

Чтобы обеспечить успешную работу предприятия, процессы должны быть четко организованы, поэтому необходимо учитывать возможность прерывания и возможность прерывания, а также установить взаимосвязь независимых процессов.

При организации производства определяют количество работников и их время работы, чтобы оптимизировать возможности процессов.

Планируется использовать восемь фиксированных форм для изготовления платы РВ высотой 300 мм.

Оборачиваемость форм зависит от длительности непрерывной цепи последовательных технологических операций (подготовка, монтаж, усиление, предварительное натяжение балки, формовка, термовлажностная обработка) и транспортной перевозки.

### 5.1 Описание технологического процесса

После завершения термообработки на поверхности готового продукта в термостенде, необходимо использовать 3 типа формовочных машин, чтобы удалить слой воды. После снятия натяжения сначала следует использовать гидравлическое устройство педали, чтобы ослабить натяжение арматуры, а затем использовать формируватель, чтобы ослабить его в 3 раза.

Затем отпустите, и используйте формовочную машину, чтобы сделать конечный продукт. Однократная резка бетона алмазным диском занимает около 2 минут. По нашим оценкам, длина пустотной плиты составляет 6 м, и отсюда мы получаем 14 разрезов на той же дороге. Время редактирования той же дорожки составляет 28 минут. По данным завода, это время составляет около 30 минут. Мы будем использовать острый мостовой кран со специальными ручками для параллельного перемещения продукции из одной и той же скобы кронштейна.

Очистка и смазка гусениц осуществляется специальной техникой с двумя формовочными машинами четвертой категории. Средняя скорость очистки с

использованием специальных машин составляет 6 м/мин. Время очистки  $90/6 = 15$  минут. Смазывайте дорожку распылителем во время чистки.

Сборка и натяжение арматуры осуществляются двумя формователями в 4 категориях. Для расчета продукта длиной 6 м нагрузка составляет 800 кг/м<sup>2</sup>. Количество армированной проволоки - 48. Машина для прокладки проволоки может одновременно тянуть до 15 штук арматуры, потому что в мастерской установлено всего 8 кронштейнов с проволокой, поэтому мы принимаем 8 проволок. Число ходов, необходимых для машины 6. Скорость движения машины в режиме тяги составляет 50 м/мин, а скорость обратного хода - 100 м/мин. Итого – 11 минут в режиме тяги, 6 минут в обратном направлении, и всего 17 минут. Учитывая время смазки проволоки, падения сварочной головки, отрезания конца и затяжки, общее время этой операции составляет 50 минут.

После формирования каждой дорожки используйте струю воды, чтобы очистить форму резки станка. Расчетное время 10 минут. В конце смены все части машины, которые вступают в контакт с бетоном, должны быть тщательно очищены.

На термообработку и влажную обработку формованных изделий уходит около 20 часов, в том числе: 6 часов для повышения температуры до 60-70 °С, 10 часов выдержки при заданной температуре, 4 часа охлаждения до 30- 40 °С, когда формовочная машина проходит через специальное приспособление, закрепленное на ней, она автоматически закрывает новое отформованное изделие защитной крышкой.

## 5.2 Организация труда рабочих технологической линии

Пооперационный график технологического процесса представлен в таблице 9.

Таблица 9 - Пооперационный график технологического процесса

Процесс	Операция	Оборудование	Рабочие		Трудоемкость	Длительность мин	Время мин																	
			Профессия разряд	Человек			10	20	30	40	50	60	70	80	90	100								
Подготовка	Отпуск натяжения арматуры	Гидродамкрат	Формовщик	1	10	10	1																	
	Снятие защитного пола	Вручник	Формовщик	1	10	10		1																
Распалубка	Резка и съём готовых изделий	Машина для вертикальной режки тележка	Формовщик	2	60	30	2	2	2															
	Доводка изделия и приемов контроль	Кельм	Формовщик	1	10	10				1														
Подгот. Формы	Чистка и смазка дождек стенда	Машина для чистки дорожек	Формовщик	2	30	15	2	2																
Армирование	Раскладка арматурной проволоки	Машина раскладки арматуры	Формовщик	2	80	40	2	2	2	2														
	Натяжение арматуры	Натягивающее устройство	Формовщик	2	20	10					2													
Формование	Установка формующей машины на стел	Кран	Формовщик	2	20	10	2																	
	Укладка и уплотнение на кран	Формующая машина на кран	Форм	2	140	70		2	2	2	2	2	2	2	2	2								
	Снятие формующей машины и установка ее на пост мойки	Кран	Формовщик	2	20	10													2					
Кол-во человек					13																			
					12																			
					11																			
					10																			
					9																			
					8																			
					7																			
					6																			
					5																			
					4																			
					3																			
					2																			
1																								
0																								
							Время, мин																	
Пооперационный график производства																								



### 5.3 Оптимизация распределения трудовых ресурсов

На рисунке 18 показано оптимальное распределение трудовых ресурсов.

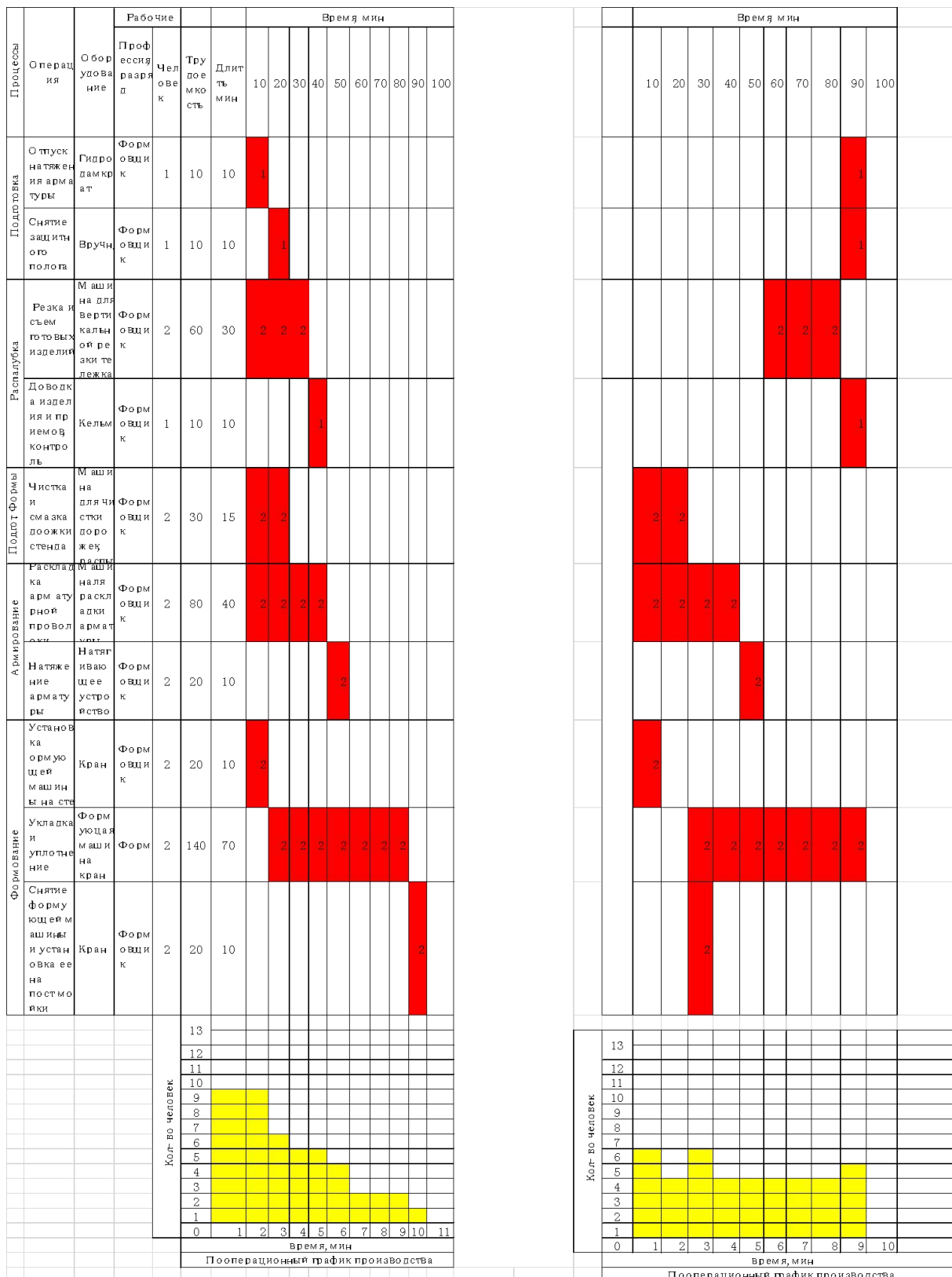


Рисунок 18 - График оптимизации распределения трудовых ресурсов

#### 5.4 Оптимизировать распределение трудовых ресурсов

В тех случаях, когда время оборота форм превышает рабочий день, мы оптимизируем выбор минимального срока для процесса вместо его закрытия. В этом случае предполагается, что изделие подвергается влажной термообработке на оставшихся термостендах и не выполняются никакие другие работы.

Средняя интенсивность потребления трудовых ресурсов равна:

$$P = \frac{\sum P_{(i,j)} t_{(i,j)}}{T_c} \quad (43)$$

$$P = \frac{10 \cdot 1 + 10 \cdot 1 + 30 \cdot 2 + 1 \cdot 10 + 2 \cdot 15 + 2 \cdot 40 + 10 \cdot 2 + 10 \cdot 2 + 2 \cdot 70 + 2 \cdot 10}{70} = \frac{400}{70} = 5,7 \text{ чел}$$

где  $P$  – Интенсивность потребления ресурсов при эксплуатации, чел;

$t$  – рабочее время;

$T_c$  – время выпуска изделий, мин;

Фактические затраты труда на стадийном процессе:

Общая трудоемкость:

$$H = 400 \text{ чел} \cdot \text{мин} \quad (44)$$

До оптимизации:

$$H_{\phi 1} = P_{\max} \cdot T_c = 9 \cdot 90 = 810 \text{ чел} \cdot \text{мин}$$

где  $P$  – наибольшая интенсивность текущего потребления ресурсов (максимальное количество работников, одновременно занятых в выполнении операций) чел.

Потеря рабочей силы из-за неравномерного распределения рабочей силы и недостаточного ее использования:

$$\Delta H = 810 - 400 = 400 \text{ чел} \cdot \text{мин} \quad (45)$$

#### 5.5 Циклограмма работы машин технологической линии

Часть плана предприятия представлена на рисунке 19.

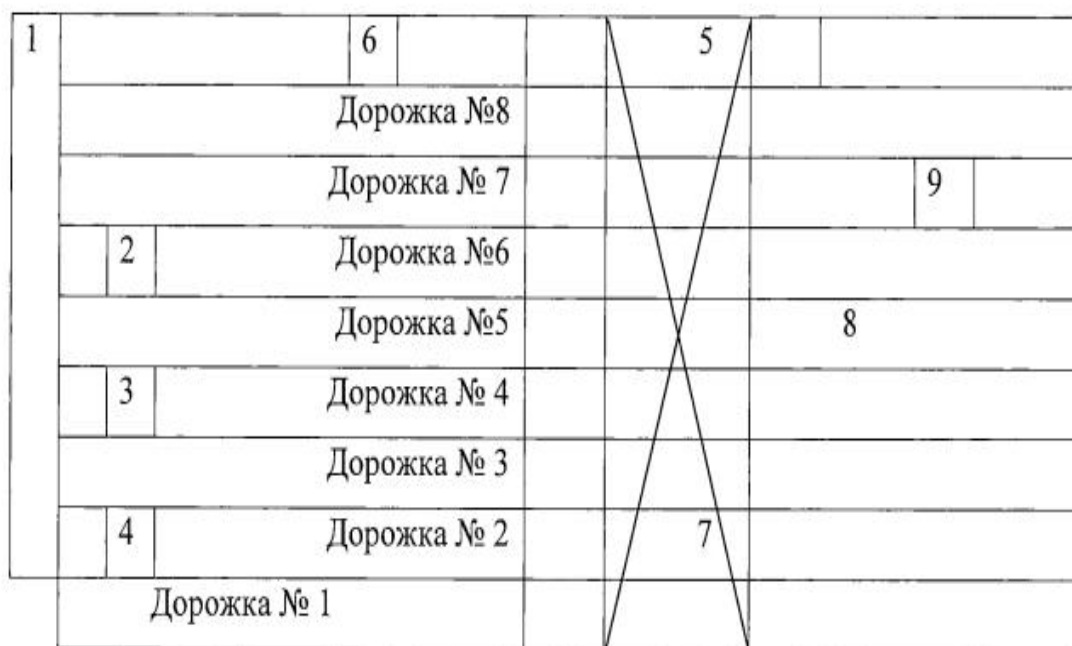


Рисунок 19 – План завода

На рисунке под номерами обозначены: 1 – участок длительного хранения инструментов, 2 – вертикальный резак, 3 – дорожно-уборочная машина, 4 – складная арматурная машина, 5 – дальнейшая очистка и хранение формовочной машины, 6 – доставка бетонной смеси из БГУ, 7 – мостовой кран, 8 – зона вывоза оборудования и разгрузочных машин, используемых для вывоза готовой продукции, 9 – тележка для перевозки готовой продукции.

Циклограмма производственного цикла представлена на рисунке 20.

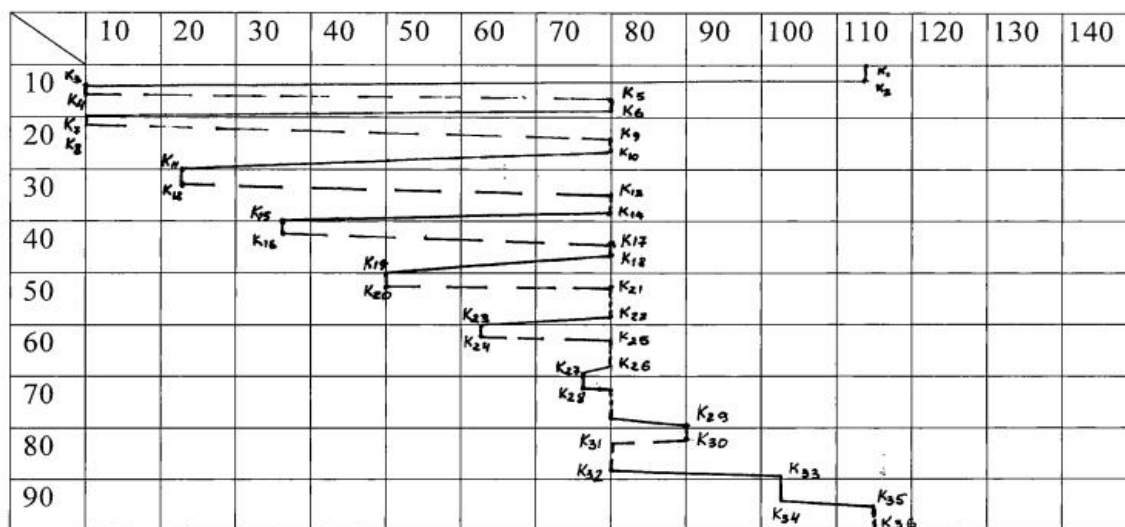


Рисунок 20 - Циклограмма работы технологической линии

Внутренняя диаграмма дает четкое представление о координации времени выполнения различных операций. На тематической карте ось ординат задерживается в минутах, а расстояние по абсциссе - в метрах. Тематическая карта была создана только в течение одного цикла. На тематической карте проекция любой прямой линии на ось  $t$  - это продолжительность операции, а проекция любой прямой линии на ось  $s$  - это движение машины во время операции. Угол наклона оси абсцисс - это скорость машины [18]. Следующие символы принимаются на тематической карте:

- K1-K38: работа крана № 1;
- K1-K2: strapовка формовочной машины;
- K2-K3: переместите формовочную машину на направляющую;
- K3-K4: расстроповка формовочной машины;
- K4-K5: переместить кран в пункт доставки ковша бетона;
- K5-K6: ожидание бетонной смеси;
- K6-K7: доставка бетона на формовочную машину;
- K7-K8: выгрузить бетонную смесь в формовочную машину;
- K8-K9: переместить кран в пункт доставки ковша бетона;
- K9-K10: ожидание бетонной смеси;
- K10-K11: доставка бетона на формовочную машину;

K11-K12: выгрузить бетонную смесь в формовочную машину;  
K12-K13: переместить кран в пункт доставки ковша бетона;  
K13-K14: ожидание бетонной смеси;  
K14-K15: доставка бетона на формовочную машину ;  
K15-K16: выгрузка бетонной смеси в формовочную машину;  
K16-K17: переместить кран в пункт доставки ковша бетона;  
K17-K18: ожидание бетонной смеси;  
K18-K19: доставка бетона на формовочную машину;  
K19-K20: выгрузить бетонную смесь в формовочную машину;  
K20-K21: переместить кран в пункт доставки ковша бетона;  
K21-K22: ожидание бетонной смеси;  
K22-K23: доставка бетона на формовочную машину ;  
K23-K24: выгрузить бетонную смесь в формовочную машину;  
K24-K25: переместить кран в пункт доставки ковша бетона;  
K25-K26: ожидание бетонной смеси;  
K26-K27: доставка бетона на формовочную машину;  
K27-K28: выгрузить бетонную смесь в формовочную машину;  
K28-K29: переместить кран в пункт доставки ковша бетона;  
K29-K30: ожидание бетонной смеси;  
K30-K31: доставка бетона на формовочную машину;  
K31-K32: выгрузить бетонную смесь в формовочную машину;  
K32-K33: переместить кран в пункт доставки ковша бетона  
K33-K34:расстроповка бадьи для бетона ;  
K34-K35: переместить кран в пункт доставки ковша бетона;  
K35-K36:страповка формовочной машины;  
K36-K37: переместить кран в пункт доставки ковша бетона;  
K37-K38:расстроповка формовочной машины.

## 5.6 Расчет уровня механизации и автоматизации

Уровень доли механизации при общих операциях, выполняемых с использованием этих механизмов, определяется по формуле:

$$y_M = \frac{\sum z_i \cdot k_i \cdot n_i}{3 \cdot \sum n} \quad (46)$$

Где  $Z_j$  является характеристикой типа механизации операции:  $z = 0$  - операция не механизирована;  $z = 1$  - операция выполняется с использованием ручного станка;  $z = 2$  - операция выполняется с помощью машин;  $z = 3$  - использование электрических или других приводов и не требует ручного механического оборудования для работы; коэффициент механизации  $k$ -степени операции:  $k = 1$  - операция полностью механизирована,  $k = 0,5$  - частичная механизация;  $n$  это операция.

Уровень автоматизации - доля общего технического процесса эксплуатации с помощью автоматического и полуавтоматического оборудования, агрегатов и производственных линий определяется по формуле:

$$y_a = \frac{\sum z'_i \cdot k'_i \cdot n_i}{1.5 \cdot \sum n} \quad (47)$$

где функция  $z'$ -автоматизации:  $z = 0$  - операция не автоматизирована;  $z = 1$  - использует полуавтоматическое оборудование для выполнения операций, когда рабочая функция упрощена, чтобы открывать и закрывать оборудование и монитор;  $z = 1,5$  - эта операция выполняется автоматически, без участия кого-либо, функция работника упрощается до наблюдения;

$k'$ -коэффициент степени автоматизации операции:  $k' = 1$  - операция полностью автоматизирована; до  $0,5$  - операция частично автоматизирована [18].

В таблице 10 приведен расчет степени механизации и автоматизации всего процесса.

Таблица 10 – Расчет уровня механизации и автоматизации процесса

Операция	Механизация				Автоматизация			
	Zi	Ki	Ni	ZiKiNi	Zi	Ki	Ni	ZiKiNi
Чистка дорожки	3	1	8	24	1	3	8	24
Смазка дорожки	1	0,5	8	4	0	0	8	0
Армирование	2	0,5	8	8	0	0	8	0
Предварительное натяжение арматуры	2	0,5	8	8	1	0,5	8	4
Укладка и уплотнение бетонной смеси	3	1	8	24	1,5	1	8	12
т в о	3	1	8	24	1,5	1	8	12
Отпуск натяжения арматуры	1	0,5	8	4	0	0,5	8	0
Снятие защитного полога	0	0	8	0	0	0	8	0
Резка и съем готовых изделий	3	0,5	8	12	1	0,5	8	4
Транспортирование краном	1	0,5	56	28	1	0,5	56	28
Загрузка бункера раздачи бетонной смесью	3	1	56	168	1,5	1	56	84
Итого:			192	304			192	168

$$Y_m = \frac{304 \cdot 100}{3 \cdot 192} = 53 \%$$

$$Y_a = \frac{168 \cdot 100}{1.5 \cdot 192} = 58 \%$$

Поэтому в целом степень механизации соответствует требованиям ОНТП-07-85. Согласно этому требованию, формовочная мастерская должна быть не менее 50%. Уровень автоматизации в рассматриваемой производственной линии соответствует требованиям ОНТП-07-85. Согласно этому требованию уровень автоматизации в литейном цехе должен составлять не менее 30% [48].



## 6 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

### 6.1 Исходные данные по проекту

Технико-экономическая часть проекта: на основе технологической, архитектурной, строительной и других частей проекта был спроектирован и построен цех по производству многопустотных полов с годовой производственной мощностью 50 000 кубометров.

### 6.2 Расчет себестоимости продукции

Производственная мощность завода составляет 50 000, а стоимость продукции напрямую связана с себестоимостью изделий, и с затратами на производство многопустотных плит перекрытия. Потребность в сырьевых материалах предприятия представлена в таблице 11.

Таблица 11 – Потребность предприятия в сырьевых материалах

Название материала	Годовая потребность	Плотность, т/м <sup>3</sup>	Годовая потребность, м <sup>3</sup>	Цена единицы, м <sup>3</sup> /рубль	Стоимость тыс рубль
Цемент	6540	2900	7194	1870	13453
Песок	13240	1.3	17212	102	1756
Щебень	25120	2.4	60288	204	12299
Лигнопан Б-Т	35	1	35	2159	756
того					28264

Таблица 12 – Потребность в топливе, электроэнергии, воде

Название материала	Ед.изм	Годовой расход	Цена единицы, рубль	Сумма затрат, тыс. рубль
Пар	т	9951	255	2538
Вода	л	5236	6.8	36
Электричество	кВт/ч	1200000	1.7	2040
Итого:				4614

### 6.3 Энергоэффективность тепловых стоек

При расчете экономической эффективности модификации термостенда учитывали следующие показатели:

1. Приход тепла с теплоносителем до модификации термостенда составил 261974 кДж /ч, после - 569664 кДж /ч.

2. Удельный расход воды на термообработку до модификации термостенда – 55 м<sup>3</sup>/ч, после – 60,5 м<sup>3</sup>/ч.

3. Затраты/ стоимость теплоносителя. По данным расценок в России во втором полугодии 2019 года (с 1.07-31.12.2019 г) тариф на горячую воду составляет 1 295,11 руб/Гкал (с учётом НДС). И с учетом удельного расхода воды на термообработку до и после модификации термостенда, стоимость теплоносителя составит:

$$1 \text{ Гкал} = 1000 \text{ м}^3$$

До модификации термостенда на 1 м<sup>3</sup> = 71,23 рубля

После модификации термостенда на 1 м<sup>3</sup> = 78.35 рубля

Тепловая эффективность прогрева изделий, также будет заключаться в улучшении процесса теплообмена при делении термостенда на термозоны, что приведет (согласно данным патента на изобретение RU 2 685 609 С1 «Универсальный термостенд для формования и прогрева железобетонных изделий», основная идея которого была принята в данном дипломе) к снижению времени термообработки на 25% и повышению прочности изделий на 20 %.

После модификации термостенда будет обеспечена равномерность нагрева рабочей поверхности и отсутствие значительных перепадов температур за счет контролируемого равномерно циркулирующего теплоносителя и расположенных с рассчитанным шагом двойных змеевиков, что даст возможность эффективно прогревать железобетонные изделия с получением высокого качества готовых изделий.

Таким образом, существующая прочность плиты в 28 сутки твердения составляет – В40 (51,4 МПа), после модификации термостенда составит – В 45 (61,6 МПа).

Время тепловой обработки на сегодняшний день на предприятии составляет около 10 часов, после модификации составит – 7,5 часов.

Результаты расчета представлены в таблице 13.

Таблица 13– Расчет экономической эффективности модификации термостенда

Наименование показателей	Приход тепла с теплоносителя м, кДж /ч	Удельный расход воды на термообработку, м <sup>3</sup> /ч	Стоимость теплоносителя*, руб/Гкал	Время тепловой обработки, час.	Прочность на 28 сутки твердения, класс
До модификации термостендов	261974	55	71,23	10	В40

Окончание таблицы 13

После Модифика- ции термостен- дов	569664	60,5	78.35	7,5	В 45
--	--------	------	-------	-----	------

\* – Во втором полугодии 2019 года (с 1.07-31.12.2019 г) тариф составляет 1 295,11 руб/Гкал (с учётом НДС)

## 7 ОХРАНА ТРУДА И ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Создание безопасной системы ответственности за производство, укрепление безопасного управления производством, улучшение безопасных условий производства и обеспечение безопасного производства.

Обучение и подготовка по технике безопасности на производстве должны проводиться до того, как приступить к работе, чтобы работники обладали всеми необходимыми знаниями по технике безопасности, были знакомы с соответствующими правилами по технике безопасности и правилами безопасной эксплуатации и овладели навыками безопасной работы на этой должности.

Рабочие должны быть обеспечены необходимой документацией и стендами по охране труда, которые соответствуют нормативным стандартам или отраслевым стандартам. Проектирование, изготовление, установка, надзор, ремонт, испытания и использование оборудования для обеспечения безопасности, используемого в процессе, должны соответствовать положениям национальных стандартов и отраслевых стандартов.

Рабочие места согласно требованиям противопожарной безопасности должны быть оборудованы эвакуационными выходами, которые отвечают требованиям экстренной эвакуации, имеют явные признаки и должны быть свободными.

Гигиена труда должна соответствовать требованиям санитарных норм, правилам и требованиям стандартов.

Должна быть создана и отработана система ответственности за профилактику и контроль профессиональных заболеваний, усилено управление профилактикой и контролем профессиональных заболеваний, а также уровень профилактики и контроля профессиональных заболеваний. Внедрить классифицированное управление и комплексное управление.

Различные рабочие места должны принимать различные меры для отопления, вентиляции, гигиены, звукоизоляции и т. д., Чтобы предотвратить профессиональные заболевания и защитить здоровье работников.

Устанавливать информацию о сроке службы, состоянии обслуживания, местонахождении и поставщиках оборудования, отслеживать рабочее состояние оборудования в любое время и обеспечивать раннее предупреждение для оборудования, которое необходимо отремонтировать или заменить.

Давление воды и объем воды в водопроводной сети должны соответствовать требованиям пожарного водоснабжения завода. Если требования не выполняются, необходимо создать соответствующие средства пожаротушения.

Система оборотного водоснабжения должна рассматриваться для системы водоснабжения смесительной установки на заводе.

Заводской производственный дренаж и бытовой дренаж должны отвечать требованиям к сбросу в национальной сети дренажных трубопроводов. Если стандарты сброса не соблюдаются, слив должен быть сброшен после обработки.

Производственный цех усиливает естественную вентиляцию и естественное освещение, полностью использует естественное освещение, уменьшает зависимость от освещения и экономит электроэнергию.

Основные цеха производственного предприятия с временным пребыванием людей должны отвечать требованиям по теплотехнике и иметь теплоизоляционными свойствами, кроме того помещения данного предприятия в зависимости от функциональных групп должны соответствовать требованиям санитарных норм и правил по уровню аэрации, инсоляции и уровню шума.

Места, где производятся порошки во время производственного процесса, должны быть спроектированы как закрытые производственные процессы и иметь специальное оборудование или средства для удаления пыли, чтобы избежать открытой эксплуатации.

Песок и порошковые материалы хранятся и транспортируются в закрытом виде, и при транспортировке бетона необходимо принимать меры против протекания смеси.

Соответствующие методы мониторинга должны быть установлены в соответствии с масштабом, характером, задачами мониторинга, мониторингом состояния вентиляторов и т. д. Разумно организовать контрольные точки отбора

проб для точного отражения сброса загрязняющих веществ и близлежащих условий качества окружающей среды.

Пределные уровни шума в различных местах и на границах завода в пределах территории завода и контроль шума в общей компоновке должны соответствовать применимым национальным правилам.

Источник шума должен контролироваться, и должны быть выбраны технология и отделка помещений для обеспечения требуемого уровня шума.

Общая схема всесторонне учитывает акустические факторы, рациональное планирование и использует местность, здания, озеленение и т. д., Чтобы блокировать распространение шума. И разумно разделить шумную зону и тихую зону, чтобы избежать или уменьшить воздействие высокошумного оборудования на тихую зону.

Когда бытовые сточные воды сбрасываются в городскую канализационную систему, качество воды должно соответствовать требованиям стандартов сброса. Чтобы предотвратить загрязнение окружающей среды.

Отходы размещаются в специально отведенном для этого складском помещении, утилизируются и перерабатываются специальными профессиональными подразделениями по утилизации. Необходимо четко соблюдать правила техники безопасности на производстве и соответствующие требования к безопасности эксплуатации оборудования.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В пояснительной записке в выпускной квалификационной работе представлена характеристика сырьевых материалов, номенклатура выпускаемой предприятием продукции, расчеты материального баланса, подробное описание технологии производства.

В проекте рассмотрены вопросы автоматизации процессов производства, создание безопасных условий труда. Разработан метод модификации производства многопустотных плит перекрытия, толщиной 300 мм, заключающийся в улучшении процесса теплообмена, за счет деления термостенда на термозоны. Деление на термозоны контролируемого равномерно циркулирующего теплоносителя, расположенных с рассчитанным шагом двойных змеевиков позволит обеспечить равномерность нагрева рабочей поверхности изделий и снизить перепады температуры, что даст возможность эффективно прогревать железобетонные изделия с получением высокого качества готовых изделий.

Проведен экономический анализ эффективности модернизации термостенда.

Графическая часть работы включает генеральный план предприятия, поперечный и продольный разрез цеха с привязкой оборудования, мех.оборудование, теплотехнический расчет термостенда, автоматизация производства, технологическая карта и экономический анализ.



## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. ГОСТ 9561-91 "Плиты перекрытий железобетонные многопустотные для зданий и сооружений. Технологические условия".
2. ГОСТ 13015.0-2003 "Изделия железобетонные и бетонные для строительства. Общие технические требования. Правила приемки, маркировки, транспортирования и хранения".
3. ГОСТ 30515-97 "Цемент. Общие технические требования".
4. ГОСТ 826 "Щебень и гравий из плотных горных пород для строительных работ. Технические условия".
5. Ст РК 1213-2004 "Щебень и гравий из плотных горных пород и отходов промышленного производства для строительных работ".
6. ГОСТ 23732-79 " Вода для бетонов и растворов. ТУ".
7. ГОСТ 24211-91 "Добавки для бетонов. Общие технические требования".
8. ГОСТ 5781-82 "Сталь горячекатаная для армирования железобетонных конструкций".
9. Журнал И.Ф. Пономарев, В.М. Бондаренко, Б.А. Крылов. - "Бетон и железобетон. Современные технологии производства железобетонных изделий" - Москва, №2/09,стр.17.
10. СНиП РК 2.04.01-2001 Строительная климатология
11. СНиП 2.02.05-2002 Пожарная безопасность зданий и сооружений.
12. ГОСТ 26434-0-85 Плиты перекрытий железобетонные для жилых зданий
13. Баженов, Ю.М.,Комар, А.Г. Технология бетонных и железобетонных изделий. Учебник для вузов. – М: Стройиздат, 1984 – 672 с.
14. Цителаури,Г.И. Проектирование предприятий сборного железобетона. Учебник для вузов. – М: "Высшая школа", 1986 – 312 с.
15. Комар, А.Г. Строительные материалы и изделия. Москва: "Высшая школа" 1988 – 527 с.

16. Бердичевский, Г.И., Васильев, А.П. Справочник по производству сборных железобетонных изделий. – М: Стройиздат, 1982 – 440 с.
17. СанПиН 2.2.4.548-96. Гигиенические требования к микроклимату производственных зданий. - М.: Изд-во стандартов, 1997. - 8 с.
18. ГОСТ 12.1.029-80 ССБТ. Средства и методы защиты от шума. Классификация. - М.: Изд-во стандартов, 1996. - 5 с.
19. ГН 2.2.5.1313-03. Химические факторы производственной среды. Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны. - М.: Изд-во стандартов, 2003. - 45 с.
20. СанПиН 2.2.3.1384-03. Гигиенические требования к организации строительного производства и строительных работ. - М.: Изд-во стандартов, 2003. - 18 с.
21. ГОСТ 12.4.034-2001 ССБТ. Средства индивидуальной защиты органов дыхания. Классификация и маркировка. - М.: Изд-во стандартов, 2000 - 7 с.
22. ГОСТ 10180-2012. Бетоны. Методы определения прочности по контрольным образцам. – М.: Изд-во стандартов, 2012. –34 с.
23. ГОСТ 10181-2014. Смеси бетонные. Методы испытаний. Технические условия. – М.: Изд-во стандартов, 2014. –17 с.
24. ГОСТ 10922-2012. Арматурные и закладные изделия сварные, соединения сварные арматуры и закладных изделий железобетонных конструкций. Общие технические условия. – М.: Изд-во стандартов, 2012. –38 с.
25. ГОСТ 13015-2012. Изделия железобетонные и бетонные для строительства. Общие технические условия. – М.: Изд-во стандартов, 2012. –48 с.
26. ГОСТ 14098-2014. Соединения сварные арматуры и закладных изделий железобетонных конструкций. – М.: Изд-во стандартов, 2014. –15 с.
27. СНиП 2.02.05-2002 Пожарная безопасность зданий и сооружений.
28. ГОСТ 26434-0-85 Плиты перекрытий железобетонные для жилых зданий

29. ГОСТ 21.404-85.(2003) ССДС. Автоматизация технологических процессов. Обозначения условные приборов и средств автоматизации в схемах. – М.: –7 с. Изд-во стандартов, 2004.
30. ГОСТ 22685-89. Формы для изготовления контрольных образцов бетона. Технические условия. –М.: Изд-во стандартов, 2004. –10 с.
31. ГОСТ 23009-78 Конструкции и изделия бетонные и железобетонные сборные – М.: Изд-во стандартов, 1998. – 38 с.
32. ГОСТ 23732-2011. Вода для бетонов и растворов. Технические условия. – М.: Изд-во стандартов, 2011. –5 с.
33. ГОСТ 26633-2012. Бетоны тяжелые и мелкозернистые. Технические условия. – М.: Изд-во стандартов, 2012. –11с.
34. ГОСТ 30515-2013. Цементы. Общие технические условия. – М.: Изд-во стандартов, 2013. –29 с.
35. ГОСТ 5781-83.(1993, с попр. 1994). Сталь горячекатаная для армирования железобетонных конструкций. Технические условия. – М.: Изд-во стандартов, 2004. –14 с.
36. ГОСТ 7473-2010. Смеси бетонные. Технические условия. – М.: Изд-во стандартов, 2010. –7 с.
37. ГОСТ 8267-93.(2003). Щебень и гравий из плотных горных пород для строительных работ. Технические условия. – М.: Изд-во стандартов, 2004. –10 с.
38. ГОСТ 311108-2003 Цементы общестроительные. Технические условия – М.: Изд-во стандартов, 2010. – 7 с.
39. ГОСТ 10178-85 Портландцемент и шлакопортландцемент Технические условия. – М.: Изд-во стандартов, 1998. –15 с.
40. ГОСТ 8736-2014 Песок для строительных работ. Технические условия – М.: Изд-во стандартов, 2014. – 18 с.
41. СНиП III -4-80 (2000) Техника безопасности в строительстве– М.: Изд-во стандартов, 2002. – 30 с.
42. СНиП 2.03.01-84 (1996). Бетонные и железобетонные конструкции – М.: Изд-во стандартов, 2004. – 106 с.

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ**  
**ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ (НИУ)**  
**Институт «Архитектурно-строительный»**  
**Кафедра «Строительные материалы и изделия»**

УТВЕРЖДАЮ  
зав. кафедрой «Строительные материалы и изделия»  
\_\_\_\_\_ А.А. ОРЛОВ  
\_\_\_\_\_ 2020г.

**ЗАДАНИЕ**  
**на выпускную квалификационную работу студента (ки)**

Ю Вэньвэнь

**1. Тема работы**

Оптимизация теплового режима плит ПБ высотой 300 мм

утверждена приказом по университету от 24.04.2020 г. № 627

**2. Срок сдачи студентом (кой) законченной работы 22.06.2020г.**

**3. Исходные данные к работе**

1.	Данные по текущему состоянию производства на ООО «ЖБИ-74»
2.	Результаты литературного поиска
3.	

**4. Содержание пояснительной записки**

1.	Литературный обзор
2.	Описание выпускаемой продукции
3.	Описание технологического процесса
4.	Механическое оборудование
5.	Теплотехнический расчет
6.	Автоматизация технологического процесса
7.	Организация производства
8.	Экономическое обоснование
9.	Охрана труда и окружающей среды

**5. Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)**

1.	Генеральный план предприятия
2.	Технологическая схема производства
3.	Схемы теплоснабжения термостендов до и после модификации.

4.	<i>План участка цеха, подвергающегося модернизации</i>
5.	<i>Механическое оборудование</i>
6.	<i>Технико-экономические показатели</i>

**6. Консультанты по работе, с указанием относящихся к ним разделов работы:**

Раздел	Консультант	Подпись	
		Задание выдал (подпись консультанта)	Задание принял (подпись студента)
<i>Технологический</i>	<i>Курсанова А.А.</i>		
<i>Механическое оборудование</i>	<i>Бутакова М.Д.</i>		
<i>Теплотехника</i>	<i>Курсанова А.А.</i>		
<i>Автоматика</i>	<i>Абызов В.А.</i>		
<i>Организация</i>	<i>Погорелов С.Н.</i>		
<i>Экономика</i>	<i>Курсанова А.А.</i>		
<i>БЖД</i>	<i>Курсанова А.А.</i>		

**7. Дата выдачи задания 24 апреля 2020 г.**

**Руководитель работы** \_\_\_\_\_ */Курсанова А.А./*

**Задание принял(а) к исполнению** \_\_\_\_\_ */Ю Вэньвэнь/*

### **КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН**

<i>Наименование разделов дипломной работы</i>	<i>Срок выполнения разделов работы</i>	<i>Отметка о выполнении (подпись консультанта)</i>
<i>Технологический</i>		
<i>Механическое оборудование</i>		
<i>Теплотехника</i>		
<i>Автоматика</i>		
<i>Организация</i>		
<i>Экономика</i>		
<i>БЖД</i>		

**Зав. кафедрой СМиИ** \_\_\_\_\_ */А.А. Орлов/*

**Руководитель работы** \_\_\_\_\_ */Курсанова А.А./*

**Студент(ка) – дипломник(ца)** \_\_\_\_\_ */Ю Вэньвэнь/*

43. СНиП 2.09.03-85. Сооружения промышленных предприятий. – М.: Изд-во стандартов, 2004. – 102 с.
44. Королев С.А. Универсальный термостенд для формования и прогрева железобетонных изделий. - Патент на изобретение RU 2 685 609 С1. - 2019.
45. Мусихин, В.А. Расчет и конструирование железобетонной пустотной панели сборного перекрытия: учебное пособие / В.А. Мусихин. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2007. – 70 с.
46. Номенклатура. Материалы для проектирования. – М.: Изд-во стандартов, 2002–30 с.
47. Нуждин, С.В. Теплотехника и теплотехническое оборудование технологии строительных изделий: учебное пособие к курсовому проекту / С.В. Нуждин, Т.Н. Черных. – Челябинск: Изд-во филиала ЮУрГУ г. Сатка, 2007-75 с.
48. ОНТП07-85. Общесоюзные нормы технологического проектирования предприятия сборного железобетона. – М.: Изд-во стандартов, 2004. –53 с.
49. 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.
50. НПБ 105-2003. Определение категории помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной безопасности и пожарной опасности. – М.: Изд-во стандартов, 2004. –22 с.
51. Баженов, Ю.М. Технология бетона: учебное пособие / Ю.М. Баженов. – М.: Издательство АСВ, 2003. –500с.
52. Шерешевский, И.А. Конструирование промышленных зданий и сооружений: учебное пособие для студентов строительных специальностей / И.А. Шерешевский. – М.: «Архитектура–С», 2005. –168 с.
53. Бетон и бетонные смеси: виды, составы, свойства. – <http://www.stroyinform.ru>