

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

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ

Заведующий кафедрой

/А.А. Орлов/

«    » 2021 г.

**Пояснительная записка к выпускной квалификационной работе**  
**08.03.01.2020.305.00.00.ПЗ**  
**Производство преднапряженных железобетонных труб ТН 80 – II способом**  
**виброгидропрессования**

Руководитель ВКР

/В.В. Зимич/

«    » 2021 г.

Автор ВКР

Студент группы АС –461

/А.Б. Мтури/

«    » 2021 г.

Нормоконтролёр

/Т.Н. Черных/

«    » 2021 г.

Челябинск  
2021

## Аннотация

Мтури А.Б. производство  
 преднапряженных железобетонных труб  
 ТН 80 – II способом  
 виброгидропрессования на предприятии  
 ООО «ЧелСи» – Челябинск: ЮУрГУ,  
 СМиИ, 2021, 99 с 16 рис, 20 табл.  
 Библиографический список  
 наименований – 23

В данной выпускной квалификационной работе представлен проект технологической линии по производству преднапряженных железобетонных труб методом виброгидропрессования. Представлен список оборудования используемого на предприятии. Выполнен расчет механического оборудования, режима тепловой обработки и технико-экономических показателей. Дана характеристика исходных материалов и готовой продукции. Составлена технологическая карта содержащая требования, предъявляемые к материалам.

					<b>08.03.01.2021.305.00.00.ПЗ</b>			
<i>Изм</i>	<i>Дата</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разраб.</i>		Мтури А.В.			<i>Производство преднапряженных железобетонных труб ТН80 – II Способом виброгидропрессования</i>	<i>Литера</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Проверил</i>		Зимич В.В.				ВКР	6	101
<i>Нормоконтр.</i>		Черных Т.Н.				<i>ЮУрГУ (НИУ) Кафедра «Строительные материалы и изделия»</i>		
<i>Зав. каф.</i>		Орлов А.А.						

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	9
1 АРХИТЕКТУРНЫЙ РАЗДЕЛ. ....	11
1.1 Информация о заводе .....	11
1.2 Генеральный план и транспорт .....	14
2 НОМЕНКЛАТУРА ВЫПУСКАЕМОЙ ПРОДУКЦИИ .....	16
2.1 Характеристика исходного сырья .....	16
2.2 Основные типы, параметры и размеры выпускаемых труб .....	19
2.3 Правила приемки .....	25
2.4 Методы контроля испытаний .....	27
2.5 Маркировка, транспортировка и хранение труб.....	29
3 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ .....	31
3.1 Описание технологического процесса.....	31
3.2 Режим работы предприятия .....	34
3.3 Определение числа работающих.....	36
4 МЕХАНИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ.....	40
4.1 Используемое оборудование для производства преднапряженных виброгидропрессованных труб ТН80 – П.....	40
4.2 Расчет бетоноукладчика .....	54
5 ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА .....	59
5.1 Описание технологического процесса.....	59
5.2 Построение циклограмм работы машин и технологического оборудования.....	61
5.3 Определение уровня механизации и автоматизации .....	68
5.4 Оптимизация распределения трудовых ресурсов .....	71
6 ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ .....	73
6.1 Описание пропарочной камеры.....	73
6.2 Исходные данные.....	76
6.4 Теплотехнический расчет камеры.....	78
7 АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА.....	84
7.1. Описание процесса автоматизации .....	84

8 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ .....	88
8.1 Анализ вредных производственных факторов .....	88
8.2 Мероприятия защиты .....	92
9 ТЕХНИКО – ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ.....	95
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	101
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК .....	102

## ВВЕДЕНИЕ

Актуальность исследования. В современном строительстве в настоящее время широко используются изделия и конструкции различного назначения, отличающиеся по виду сырья, технологии производства в сборном и монолитном возведении зданий и сооружений. Одними из самых массовых конструкций являются бетонные и железобетонные, которые применяются в самых разных условиях. В настоящее время созданы необходимые условия для более широкого применения сборного железобетона во всех областях строительства и дальнейшего развития этой отрасли промышленности.

Расход железобетона за последнее время в жилищном, гражданском и промышленном строительстве растет за счет увеличения удельного веса полносборных домов.

Основным направлением развития сборных железобетонных конструкций являются снижение материалоемкости и металлоемкости изделий и конструкций, повышение степени заводской готовности, снижение энергетических затрат.

Расширение производства сборного железобетона обусловлено размером гидротехнического, портового строительства, строительства крупных санитарно – технических инженерных сооружений, напорных и безнапорных водоводов из железобетонных труб.

В настоящее время существует ряд причин, по которым необходимо ремонтировать, заменять существующие и возводить новые водопроводы. Особенно важно произвести реконструкцию и строительство новых водоводов, так как это приведет к увеличению производства железобетонных напорных труб, в первую очередь, виброгидропрессованных, обеспеченных отечественным оборудованием.

К основным задачам, которые необходимо решить при выполнении проекта, можно отнести: анализ состава предприятия, выпускаемой продукции и сырьевых материалов; технико – экономическое обоснование технологии и способа производства; разработку мер по контролю качества и охране труда.

Объектом исследования являются напорные трубы произведенные способом виброгидропрессованием.

Предметом проекта является способ изготовления виброгидропрессованных напорных железобетонных труб.

# 1 АРХИТЕКТУРНЫЙ РАЗДЕЛ.

## 1.1 Информация о заводе

«ЧелСи» – ведущее предприятие в сфере производства железобетонных изделий для города, в основном завод специализируется на производстве тротуарной плитки. Но так же на заводе производят асфальт, дорожные бордюры, стеновые блоки, трубы ЖБИ. Завод оснащен автоматизированной линией и введен в эксплуатацию в октябре 2004 года.

Компания использует новейшие технологии, скорость производства которых очень высокая – до 4000 м<sup>2</sup> готовой продукции в сутки. Для придания желаемого цвета используются натуральные высококачественные пигменты, поскольку дешевые красители могут в несколько раз снизить срок эксплуатации плитки. На товаре этой фирмы вы не найдете трещин, пустот или крупных пор – каждая единица проходит обязательную проверку согласно требованиям ГОСТ.

Кроме того, завод выпускает и поставляет товарную бетонную смесь и раствор, изготовленную на передовом оборудовании немецкой фирмы "SHLOSSER PFEIFFER" (Hess Group).

В процессе производства осуществляется постоянный операционный контроль за приготовлением бетонной смеси путем сбора и анализа данных, поступающих на центральный пульт управления заводом. Автоматическая система управления обеспечивает точную дозировку материалов и оснащена системой самодиагностики неисправностей, гигрометрами для контроля влажности материалов и бетонной смеси и термометрами для контроля температуры.

Благодаря новейшему немецкому оборудованию компании "SCHLOSSER PFEIFFER" можно производить трубы ЖБИ по современным технологиям путем вибропрессования. Такие ЖБИ изделия могут обеспечить высокие стабильные характеристики по долговечности и прочности. Используемая бетонная смесь при точном соблюдении рецептуры, и в основе которой фракционные пески высокопрочных гранитов и щебень, – это

гарантия долговечности и прочности бетонных труб. Продажа бетона с доставкой по области – еще одно из направлений деятельности нашей компании.

Характеристика района размещения предприятия.

Располагается ООО «ЧелСи» в промышленной зоне советского района города Челябинска. Челябинск находится в полосе резко – континентального климата. Зона влажности района – сухая.

Показатели климатических условий Челябинска взяты из СП 131.13330.2018 «Строительная климатология» климатические условия Челябинска характеризуются следующими показателями, указанными в таблицах 1 и 2.

Таблица 1 – Климатические параметры холодного и теплого периода года

Месяц	Температура воздуха наиболее холодных суток, °С	Температура воздуха наиболее холодной пятидневки, °С	Абсолютная минимальная температура воздуха, °С	Средняя суточная амплитуда температура воздуха наиболее холодного месяца, %	Средняя месячная относительная влажность воздуха наиболее холодного месяца, %	Количество осадков за ноябрь – март, мм	Преобладающее направление ветра за декабрь – февраль	Максимальная из средних скоростей ветра по румбам за январь, м/с
Январь	–39	–35	–48	9,4	78	104	ЮЗ	4,5
Июль	24,1	35	40	69	54	88	СЗ	3,2



Таблица 2 – Значения повторяемости и средней скорости ветра по направлениям

Месяц	Повторяемость, %(числитель), скорость, м/с (знаменатель)							
	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ
Январь	7/4,4	3/4,2	2/2,8	7/2,4	20/3,1	38/3,1	10/3,5	13/4,5
Июль	20/4,5	12/4,4	7/3,7	5/2,3	7/2,9	12/3,2	12/3,9	25/4,5

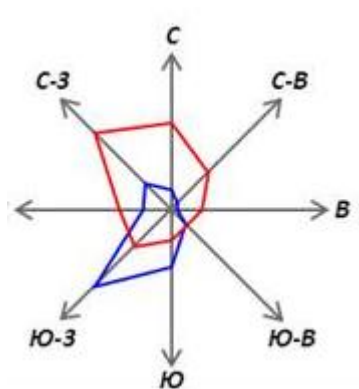


Рисунок 1 – Годовая роза ветров Г. Челябинска по многолетним данным

## 1.2 Генеральный план и транспорт

Генплан выполнен в соответствии с розой ветров, СП 18.13330.2011 «Генеральные планы промышленных предприятий» и санитарными требованиями.

Предприятие ООО «ЧелСИ» имеет только один въезд на завод, который осуществляется со стороны уфимского тракта. Имеет один корпус разделенный на секции. Где располагается склад для хранения металла и уже готовой арматуры. Склад цемента и заполнителей находятся с подветренной стороны. Склад готовой продукции находится рядом со складом арматуры. Цех состоит из трех технологических линий.

В цехе находятся:

- складирование заготовок продольных стержней;
- склад арматуры;
- склад арматурных каркасов;
- пост армирования, сборки и смазки форм;
- пост распалубки труб;
- складирование поддонов и форм.

На плане расположены здания и сооружения, инженерно – технические коммуникации, дороги, тротуары, элементы благоустройства.

Здание цеха представляет собой одноэтажное здание окрашено в серый цвет. Несущие элементы – колонны, стены выполнены из кирпича и железобетонных панелей, перегородки выполнены из профнастила, железобетонных панелей, кирпича и оштукатурены, здание отапливается. Чердачные перекрытия выполнены из железобетонных плит, крыша – из мягкой рулонной кровли, полы бетонные. Так же цех оснащен системой вентиляции, естественным боковым освещением, водопровода, пожаротушения.

Склад хранения металла – каркасное здание, несущие элементы железобетонные колонны, наружные стены выполнены из оштукатуренного кирпича, крыша – из профнастила, полы бетонные. На складе храниться

арматурная проволока, арматурные стержни, закладные шайбы и некоторые детали.

Производственное здание составляет 6445 м<sup>2</sup>. Открытая площадка для хранения продукции 4800 м<sup>2</sup>, служебные помещения 1200 м<sup>2</sup>

Отгрузка готовой продукции со склада производится автотранспортом. Площадь Дороги и площадки с автотранспортом занимают 15000 м<sup>2</sup> при общей площади территории завода, которая составляет 144416 м<sup>2</sup>.

Основными видами внутризаводского транспорта для перемещения материалов на предприятии являются – электро – мостовые краны Q = 12 т,. Формы в цехе с поста на пост перемещаются автопогрузчиками. Так же загрузка ямной пропарочной камеры производится при помощи мостового крана Q = 16т и траверсой с автозахватом для форм. Бетонная смесь подается в формовочный цех ленточным конвейером.

План здания представлен на генеральном плане.

Транспорт.

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

Между ними соблюдено требуемое расстояние, дороги выполнены с уклоном не менее 3%, уровень полов зданий принят выше на 150 мм уровня земли.

Длина всех дорог данного завода составляет 12014 м<sup>2</sup>. площадь пешеходной зоны составляет 1963 м<sup>2</sup>. Площадь проезжей части 48863 м<sup>2</sup>. Площадь озеленения 73281 м<sup>2</sup>.

## 2 НОМЕНКЛАТУРА ВЫПУСКАЕМОЙ ПРОДУКЦИИ

### 2.1 Характеристика исходного сырья

Напорные железобетонные трубы используются в создании внутренних и наружных систем напорных трубопроводов, по которым будут транспортироваться жидкости различного вида. Применяются в автономных и централизованных тепловых сетях, системах водоснабжения, трубопроводах водоотведения, устройстве ливневых канализаций. При этом предполагается, что температура жидкости не будет превышать сорока градусов и что она не обладает разрушительным воздействием на материал, из которого изготовлены трубы. Если температура транспортируемой жидкости выше, или если она агрессивна к железобетону или бетону, то трубопроводы нужно дополнительно защищать от негативного воздействия.

Эксплуатационные и технические характеристики изделий регламентируются ГОСТ 12586.0 – 83 и ГОСТ 12586.1 – 83. Сегодня они в основном изготавливаются методом виброгидропрессования, что обеспечивает более высокие потребительские свойства изделий в сравнении с другими методами изготовления.

Изготавливаются напорные трубы железобетонные из тяжелых бетонов повышенной прочности, характеризуются повышенной морозостойкостью и водонепроницаемостью. Прочностные характеристики изделий рассчитаны на использование их в условиях засыпки грунта над коммуникациями до двух метров.

Таблица 3 – Характеристика изделия

Тип или марка изделия	Характеристика бетона				Объем бетона, м <sup>3</sup>	Расход арматуры, кг			Масса изделия, кг
	Всж	Рсж, МПа	W, МПа	F		Напрягаемой	Ненапрягаемой	Всего	
ТН – 80П	В40	51,4	W12	F300	0,99	82,3	10,4	92,7	2468,7

Размеры и форма арматурных и закладных изделий и их положение в конструкциях должны соответствовать стандартам на конструкции конкретных видов или в проектной документации.

Сварные арматурные и закладные изделия должны удовлетворять требованиям ГОСТ 10922.

Сварные арматурные каркасы изготавливают из продольных и поперечных стержней, соединенных в местах пересечений сваркой (крестообразное соединение).

Продольные и поперечные стержни каркасов в одном направлении имеют стержни одинакового или разных диаметров.

Продольная напрягаемая арматура марок П1 – П5 должна располагаться равномерно по окружности.

Спецификация арматурных изделий на одну трубу приведена в таблице 4, выборка стали – в таблице 5.

Таблица 4 — Спецификация арматурных изделий на одну трубу

Марка трубы	каркас		Продольная арматура	
	Марка	Кол – во	Марка	Кол – во
ТН80 – II	К8	1	П2	20

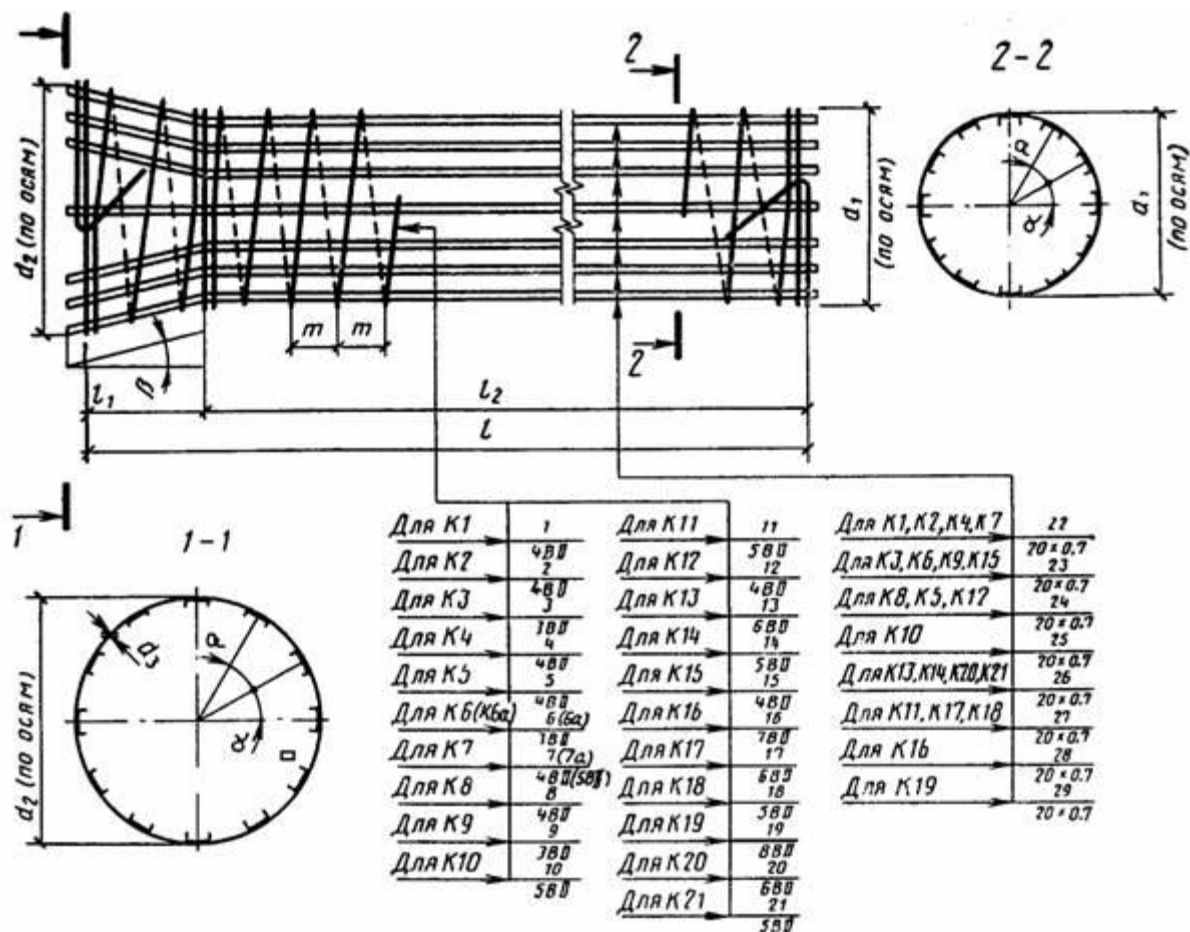


Рисунок 2 – Форма и размер арматурных каркасов

Продольную арматуру марок П1 – П5 следует вырезать отрезками, на концах которых после установки втулок высаживают головки. Длина заготовленных отрезков, размеры головок и комплект втулок должны рассчитываться и приниматься в соответствии с требованиями СНиП 3.09.01 – 85.

Арматурная проволока должна удовлетворять требованиям:

классов В – II и Вр – II по ГОСТ 7348 – 81; классов В – I и Вр – I по ГОСТ 6727 – 80.

Стальная холоднокатаная лента из низкоуглеродистой стали (для разделительных полос) должна удовлетворять требованиям ГОСТ 503 – 81.

## 2.2 Основные типы, параметры и размеры выпускаемых труб

Трубы в зависимости от величины расчетного внутреннего давления в трубопроводе делятся на четыре класса:

- 0 – на давление 2,0 МПа (20 кгс/см<sup>2</sup>);
- I – на 1,5 МПа (15 кгс/см<sup>2</sup>);
- II – на 1,0 МПа (10 кгс/см<sup>2</sup>);
- III – на 0,5 МПа (5 кгс/см<sup>2</sup>).

Прочностные характеристики труб обеспечивают работу трубопроводов при указанном давлении и при внешних нагрузках, соответствующих усредненным условиям укладки труб по ГОСТ 22000 – 86

В условиях укладки труб, обеспечивающих снижение значений внешних нагрузок на трубопровод, по согласованию потребителя с предприятием изготовителем и проектной организацией, допускается применять трубы I – III классов при внутреннем давлении, превышающем расчетные значения для каждого класса труб на 0,3 МПа (3 кгс/см<sup>2</sup>).

Форма и размеры труб должны соответствовать данным указанным на рисунке 3 и в таблице 4. По технологическим условиям допускается изменение формы перехода цилиндрической части трубы в раструбную без изменения угла наклона наружной поверхности раструба.

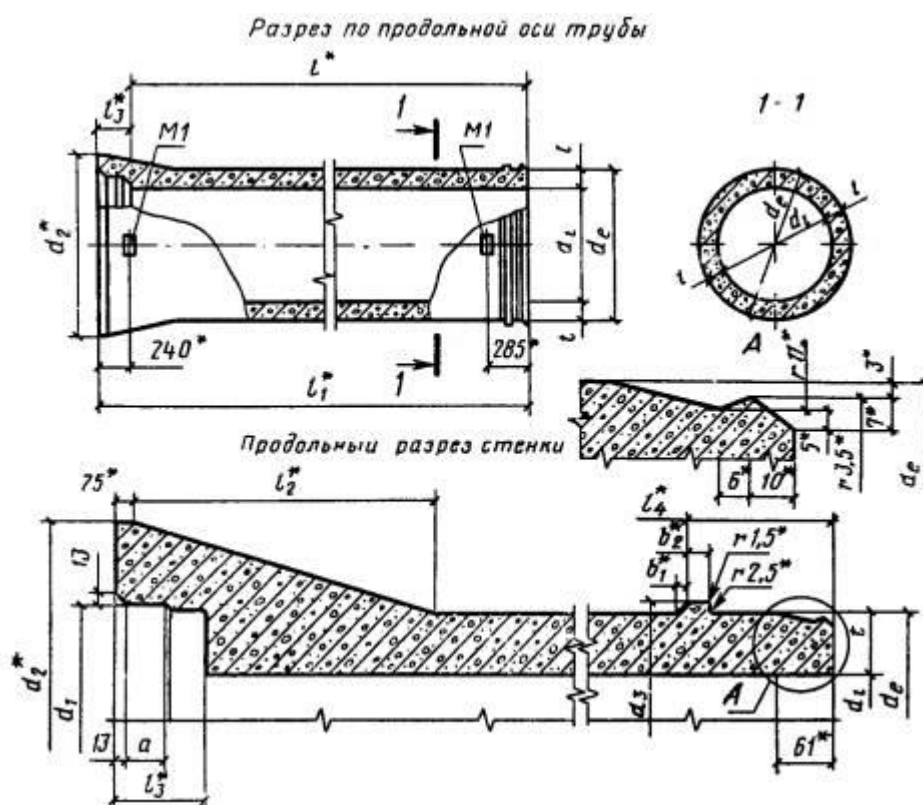


Рисунок 3 – Справочные размеры для изготовления форм

Таблица 5 – Размеры труб

Диаметр условного прохода трубы $d$ , мм	Марка трубы	Размеры трубы, мм												Масса трубы (справочная), Т		
		$d_1$	$d_e$	$d_1$	$d_2$	$d_3$	$l$	$l_1$	$t$	$l_2$	$l_3$	$l_4$	$a$		$b_1$	$b_2$
800	ТН 80 – II	800	930	955	1152	948	5000	5195	55	625	195	155	122	9	29	2,48

Армирование напорных труб происходит проволокой периодического профиля класса Вр – II в продольном направлении, а также вставляют спиральный каркас из гладкой проволоки класса В – II, которая закрепляется витками с разделительными полосами из холоднокатаной ленты.

Если нужно обеспечить трубопроводу защиту от блуждающих токов, вызывающих электрокоррозию, то есть возможность изготовить напорные трубы со специальными закладными деталями, которые соединяются с арматурой труб. Так создаются электрические переключки между арматурой



смежных труб. Конструкция закладных деталей и способы их установки прописаны в ГОСТ 12586 – 83.

Схема армирования и технические показатели по классам приведены в ГОСТ 12586 – 83.

Трубы обозначают марками в соответствии с требованиями ГОСТ 23009 – 78.

Марка труб состоит из двух буквенно – цифровых групп, разделенных дефисом. Первая группа содержит сокращенное наименование трубы и диаметр условного прохода трубы в дециметрах. Во второй группе указывают класс трубы. Для труб с внутренним давлением, превышающим расчетное значение, вторую группу дополняют строчной буквой «у», а для труб с закладными изделиями – строчной буквой «к».

Пример условного обозначения (марки) трубы диаметром условного прохода 800 мм и II класса: ТН80 – II.

Трубы должны быть водонепроницаемыми и выдерживать внутреннее испытательное гидростатическое давление: 0,6 (6) МПа (кгс/см<sup>2</sup>) для труб III класса.

Трубы, предназначенные для трубопроводов с внутренним давлением, превышающим расчетное значение, и оговоренные в заказе на их изготовление, должны выдерживать испытательное давление, увеличенное соответственно на 0,3 МПа (3 кгс/см<sup>2</sup>).

Трубы должны быть трещиностойкими. При внутренних испытательных гидростатических давлениях, указанных в таблице 5, образование трещин в бетоне труб не допускается.

Таблица 6 – Контрольное внутреннее гидростатическое давление

Диаметр условного прохода трубы d, мм	Марка трубы	Контрольное внутреннее гидростатическое давление, МПа (кгс/см <sup>2</sup> ), при проверке трещиностойкости трубы	
		при приеме – сдаточных испытаниях (при возрасте бетона 2 сут.)	при возрасте бетона к моменту испытания 100 сут.
800	ТН 80 – II	1,81 (18,5)	1,77 (18)

Трубы должны удовлетворять требованиям ГОСТ 13015.0 – 83:

- по показателям фактической прочности бетона (в проектном возрасте, передаточной);
- к качеству арматурных и закладных изделий и их положению в трубе;
- к защите от коррозии.

Трубы следует изготавливать из тяжелого бетона по ГОСТ 26633 – 85 классов по прочности на сжатие: В40.

Значения нормируемой передаточной прочности бетона труб (прочности бетона к моменту передачи на него усилия обжатия от спиральной арматуры) должны соответствовать указанным в таблице 6.

Таблица 7 – Нормируемая передаточная прочность бетона

Диаметр условного прохода трубы d, мм	Вид контролируемой прочности бетона	Нормируемая передаточная прочность бетона, МПа (кгс/см <sup>2</sup> ), трубы класса			
		0	I	II	III
800	На сжатие	–	–	31,4 (320)	25,5 (260)
	На растяжение при раскалывании	–	2,9 (30)	–	–

Значения действительных отклонений геометрических параметров труб не должны превышать предельных, указанных в таблице 8.

Таблица 8– Предельные отклонения

Диаметр условного прохода трубы d	Предельные отклонения, мм					
	по внутреннему диаметру трубы dt	по толщине стенки цилиндрической части трубы t	по наружному диаметру втулочного конца d e и буртика трубы d3	по внутреннему диаметру раструба трубы	по длине калиброванной части раструба	по ширине и высоте заходной фаски
800	±4	±4	±2	±2	+35; – 5	+7; – 5

Толщина защитного слоя бетона труб должна быть не менее 15 мм.

Значения действительных параметров шероховатости внутренней поверхности трубы в пределах ее полезной длины должны соответствовать указанным в таблице 9.

Таблица 9 – Значения действительных параметров шероховатости трубы

Параметр шероховатости по ГОСТ 2789 – 73		Допускаемые значения параметров шероховатости, мм, труб категорий по шероховатости	
Наименование	Обозначение	первой	второй
Среднее арифметическое отклонение профиля	Ra	£ 0,1	£ 0,06
Средний шаг неровностей профиля	Sm	<sup>3</sup> 4	<sup>3</sup> 6

На поверхностях труб не допускаются:

- трещины на наружной и внутренней поверхностях труб;
- наплывы и околы, а также раковины диаметром более 3 мм и глубиной более 2 мм на стыковых поверхностях раструба и втулочного конца труб;
- раковины диаметром более 10 мм и глубиной более 2 мм на остальной наружной поверхности;
- наплывы и околы бетона ребер на торцевых поверхностях труб высотой (глубиной) более 5 мм;
- следы (риски) шириной и глубиной более 1,5 мм на стыковой поверхности раструба от шлифовального инструмента;
- более трех раковин на площади 0,01 м<sup>2</sup> (100 \* 100 мм) на любом участке стыковой поверхности.

Раковины на трубах и околы бетона ребер торцевых поверхностей, размеры которых превышают указанные, допускается устранять путем заделки нетоксичными материалами, предохраняющими арматуру труб от коррозии и предотвращающими фильтрацию воды между уплотняющим резиновым кольцом и бетонной поверхностью.

Трубы не должны иметь отслоений наружного защитного слоя бетона.

Отслоения защитного слоя бетона размерами в кольцевом и продольном направлениях трубы, не превышающими значения 0,4 d, допускается устранять с применением материалов, предохраняющих арматуру от коррозии.

Концы продольной напрягаемой арматуры труб не должны выступать из бетона и должны быть вместе с прилегающими участками поверхности бетона покрыты цементно – казеиновой обмазкой толщиной 0,5 – 0,6 мм. Состав обмазки по массе 1:0,05:0,4 (цемент, казеиновый клей, вода). Допускается применять обмазки из других нетоксичных материалов, обеспечивающих коррозионную и механическую стойкость покрытия.

Таблица 10 – Технические показатели труб

Диаметр условного прохода трубы d, мм	Марка трубы	Класс бетона по прочности на сжатие	Расход материалов	
			Бетон, м3	Сталь, кг
800	ТН80 – II	В40	0,99	92,7

### 2.3 Правила приемки

Приемку труб следует производить партиями в соответствии с требованиями ГОСТ 13015.1 – 81 и настоящего стандарта.

Число труб в партии должно быть не более 100.

Трубы принимают:

- по результатам периодических испытаний – по показателям шероховатости внутренней поверхности труб;
- по результатам приемосдаточных испытаний – по водонепроницаемости и трещиностойкости труб, по наличию закладных изделий и электрического контакта между ними, прочности бетона (классу по прочности на сжатие, передаточной прочности), соответствия арматурных и закладных изделий требованиям ГОСТ 12586.1 – 83, точности геометрических параметров, толщины и отслоения защитного слоя бетона, качества поверхности труб.

Приемка труб по их водонепроницаемости, наличию закладных изделий и электрического контакта между ними, по отклонению от внутреннего диаметра раструба трубы, качеству внутренней поверхности раструба и наружной поверхности гильзы конца труб, на наличие трещин на бетонных поверхностях, отслоение внешнего защитного слоя бетона и антикоррозийную защиту торцов продольной предварительно напряженной арматуры, а также правильность нанесения разметки и знаков следует проводить по результатам непрерывного контроля.

Считается, трубы выдержавшими испытание на водонепроницаемость, если к моменту его окончания на поверхности труб не будет обнаружена фильтрация воды в виде влажных пятен, капли или течи.

Испытанию на трещиностойкость следует проводить на одной трубе от партии. Считается, что трубы партии выдержали испытание на трещиностойкость, если к моменту его завершения контрольная труба соответствует требованиям таблицы 3.

Наличие фильтрации воды в виде влажных пятен или капли по превышении испытательного давления на водонепроницаемость не является основанием для браковки труб при испытании их на трещиностойкость. Трубы, не выдержавшие испытание на водонепроницаемость и трещиностойкость, могут быть повторно испытаны. Повторное испытание труб на водонепроницаемость проводят через 7 суток после первого испытания при хранении труб во влажных условиях или через 2 суток – при пропитке труб жидким стеклом или композициями на его основе. От партии, не выдержавшей испытания на трещиностойкость, отбирают для повторных испытаний две трубы, ранее не подвергавшиеся проверке.

Если трубы 0, I и II классов при повторных испытаниях на водонепроницаемость или трещиностойкость не удовлетворяют требованиям настоящего стандарта по этим показателям, то они могут быть перемаркированы с переводом на один класс ниже.

Трубы считают выдержавшими испытание по наличию электрического контакта между закладными изделиями, если значение сопротивления цепи не превышает 1 Ом. Трубы, не имеющие электрического контакта между закладными изделиями, допускается поставлять как трубы без закладных изделий.

Наличие отслоения наружного защитного слоя бетона устанавливают по глухому звуку при ударе молотком по поверхности трубы.

Испытания на шероховатость внутренней поверхности труб проводят перед началом их массового изготовления и в дальнейшем при изменении

вида заполнителя, конструкции резинового чехла и марки пластифицирующих добавок, но не реже одного раза в 6 мес. Испытанию следует подвергать две трубы каждого диаметра.

#### 2.4 Методы контроля испытаний

Гидростатические испытания труб на водонепроницаемость и трещиностойкость следует проводить через двое суток выдержки их в цехе.

Значение испытательного давления определяют с помощью манометра, имеющего II класс точности и цену деления не более 0,05 МПа (0,5 кгс/см<sup>2</sup>).

Гидростатические испытания труб проводят по следующему режиму. Трубы испытывают повышения давления на 0,1 – 0,25 МПа (1 – 2,5 кгс/см<sup>2</sup>) в минуту до значений, указанных в пп. 2.2 и 2.3, выдерживают под испытательным давлением в течение 5 мин. При испытании труб на трещиностойкость допускается падение давления не более 0,1 МПа (1 кгс/см<sup>2</sup>).

Допускается применение ультразвукового метода контроля и оценки трещиностойкости труб по ГОСТ 24983.

Контроль наличия электрического контакта между закладными изделиями трубы проводят при помощи омметра с ценой деления не более 0,5 Ом.

Прочность бетона определяют по ГОСТ 10180 – 78 на серии образцов – кубов с ребром 100 мм, изготовленных из бетонной смеси рабочего состава и твердевших в условиях согласно ГОСТ 18105 – 86. Прочность бетона на сжатие определяется испытанием вибрированных образцов, а на растяжение раскалыванием испытываемых образцов, изготовленных вибрированием и последующим прессованием под давлением 0,2 МПа (2 кгс/см<sup>2</sup>).

Толщина защитного слоя бетона в трубах определяют при помощи электромагнитного прибора типа ИЗС по ГОСТ 22904 – 76 или другими методами, обеспечивающими точность измерения.

При отсутствии приборов допускается определять толщину защитного слоя бетона путем отбивки его в трех местах трубы: в середине раструба, в

месте перехода от раструба к цилиндрической части трубы и во втулочном конце трубы на расстоянии 300 мм от торца.

Отбивку защитного слоя в каждом из указанных мест производят по наружному диаметру не менее чем в трех точках (через 120°) с последующей обязательной заделкой отбитых мест раствором состава по массе 1:2,5:0,4 (цемент, песок, вода).

Качество защитного слоя бетона в трубах определяют путем тщательного простукивания наружной поверхности труб молотком массой 250 г.

Размеры труб и качество их поверхностей должны контролироваться согласно ГОСТ 13015 – 75 и настоящему стандарту.

Для контроля геометрических размеров труб следует применять стандартный измерительный инструмент или специальные приспособления, обеспечивающие необходимую точность измерения и аттестованные органами метрологической службы.

Проверку размеров труб проводят следующим образом:

- толщину стенок измеряют штангенциркулем или другими приспособлениями в четырех точках в середине между швами по двум взаимно перпендикулярным диаметрам на расстоянии 300 мм от втулочного торца трубы;

- наружный диаметр втулочного конца трубы и буртика измеряют калибрами с промером по двум взаимно перпендикулярным диаметрам;

- внутренний диаметр калиброванной части раструба измеряют нутромером или штангенциркулем по двум взаимно перпендикулярным диаметрам в точках, отстоящих на расстояниях 40, 80 и 110 мм от торца трубы;

- внутренний диаметр трубы измеряют нутромером по двум взаимно перпендикулярным диаметрам на расстоянии 500 мм от ее торцов.



Параметры шероховатости внутренней поверхности трубы  $R_a$  и  $S_m$  по ГОСТ 2789 – 73 определяют по методике, приведенной в обязательном приложении.

## 2.5 Маркировка, транспортировка и хранение труб

Маркировка труб – по ГОСТ 13015.2 – 81. Маркировочные надписи и знаки следует наносить на наружной поверхности раструба каждой трубы.

Требования к документу о качестве труб, поставляемых потребителю, – по ГОСТ 13015.3 – 81. В документе о качестве труб следует дополнительно приводить значения параметров шероховатости внутренней поверхности труб, а также марку уплотняющих резиновых колец и обозначение технических условий на эти кольца.

Трубы перемещают с помощью траверс, не допускающих повреждения труб. Перекатка труб допускается только по каткам, укладываемым с таким расчетом, чтобы трубы не опирались раструбами и втулочными концами на катки или пол.

Трубы следует хранить на складе готовой продукции в штабелях рассортированными по маркам.

Число рядов труб по высоте должно быть не более указанного в таблице 11.

Таблица 11 – Число рядов труб по высоте

Диаметр условного прохода трубы $d$ , мм	Число рядов труб по высоте
От 500 до 1000 включительно	4

Под каждый нижний ряд труб штабеля должны быть уложены две подкладки на расстоянии 1 м от торцов труб. Конструкция подкладки не должна позволять раскатываться первому ряду труб. Подкладки устанавливают параллельно под цилиндрическую часть труб.

На месте постоянного складирования труб подкладки следует закреплять на площадке.

В рядах трубы укладывают так, чтобы раструбы двух рядом лежащих труб были обращены в разные стороны. Трубы каждого последующего ряда располагают по длине перпендикулярно к предыдущему ряду.

Во время погрузки труб на транспортные средства и их выгрузке должны соблюдаться меры предосторожности, исключающие повреждения труб.

Автомобили или железнодорожные платформы, предназначенные для перевозки труб, должны иметь седлообразные подкладки, исключающие возможность смещения и соприкосновения труб.

При выполнении погрузочно-разгрузочных работ с трубами не допускаются:

- применение цепей и тросов с узлами или выступами, которые могут повредить бетон;
- переноска труб при закреплении троса в одной плоскости или путем пропуска его через трубу, а также с помощью крючков, зацепляемых за концы трубы;
- перемещение труб по земле волоком;
- разгрузка труб со свободным падением;
- свободное (без торможения) перекачивание труб по наклонным плоскостям;
- перемещение труб без катков или без подкладок.

### 3 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

#### 3.1 Описание технологического процесса

На сегодня производство железобетонных труб происходит с использованием прогрессивных технологий несколькими методами:

- центрифугированием;
- радиальным прессованием;
- виброгидропрессованием;
- поточно-агрегатным способом;
- виброформованием с подпрессовкой и др.

Нужно знать, что вибропрессование считается более эффективным, по сравнению со статическим процессом прессования, предусматривающим уплотнение бетонной массы без вибрационной составляющей. В первом случае не потребуется наличия мощных и достаточно тяжелых прессов.

Для приготовления труб методом виброгидропрессования используют формы особой конструкции. Форма готовится к заполнению бетонной смесью в следующем порядке. После очередного формования упорные кольца и центрирующее кольцо очищаются от остатков бетона и смазки. Затем торцовые поверхности формы, внутренние поверхности упорных и центрирующих колец, а также продольные фланцы сегментов наружного кожуха формы, начиная от раструба, на протяжении 1,5 м смазывают битумной мастикой.

Внутреннюю поверхность половин или сегментов наружного кожуха смазывают эмульсионной смазкой, оставляя несмазанными полосы шириной 100 мм продольных стыков, на которые позднее наклеивается клейкая уплотняющая лента. Внутренняя часть формы готовится к бетонированию параллельно с подготовкой наружного кожуха. Подготовка заключается в очистке всех резиновых поверхностей от остатков смазки и бетона, в тщательной проверке целостности всех частей и в проклейке клейкой лентой втулочного конца резинового чехла для предохранения его от повреждения при бетонировании.

Затем резиновые поверхности смазывают мыльной эмульсией. После смазки элементов форму начинают собирать. Форма состоит из наружного кожуха и сердечника. Кожух может выполняться из двух или четырех элементов, скрепляемых болтами с тарированными пружинами. Форму собирают в 2 этапа. Сначала производят сборку наружной формы с помощью болтов с тарированными пружинами. Заклеив клейкой лентой продольные стыки наружного кожуха формы, их смазывают эмульсионной смазкой.

Внутренняя форма представляет собой металлический сердечник, состоящий из двух стальных цилиндров: один сплошной, а другой (наружный) имеет перфорацию. На сердечник надевают резиновый чехол. Между наружным и внутренним цилиндрами сердечника предусмотрен кольцевой зазор 6 мм, который при прессовании бетонной смеси заполняется водой.

В подготовленную форму устанавливают спиральный арматурный каркас. На торцах формы (внизу и вверху трубы) укрепляют упорные кольца. Через отверстия колец пропускают стержни продольной арматуры, которую напрягают с помощью гидродомкратов. После этого наружный кожух формы с арматурным каркасом ставят с помощью специальной траверсы в вертикальное положение раструбом вниз.

Сборку двух частей формы (наружной и сердечник) осуществляют на посту комплектации. На подготовленный в вертикальном положении сердечник устанавливают при помощи крана наружный кожух формы. Его опускают до тех пор, пока раструбное кольцо предварительного натяжения продольной арматуры встанет на стальное донное кольцо сердечника, которое предназначено для точной установки кожуха и сердечника.

Собранную форму переносят на пост бетонирования, где во втулочный конец формы устанавливают центрирующее кольцо (его закрепляют тремя зажимами), обеспечивающее правильное положение наружного кожуха относительно сердечника, а также закрепляют с помощью резиновых жгутов загрузочный конус с вибратором. На кожух формы крепят три – пять пневматических прикрепляемых вибраторов в зависимости от размеров

бетонируемой трубы. У раструбной части продольные стыки формы скрепляются струбцинами во избежание преждевременного расширения формы.

Бетонную смесь подают в форму через загрузочный конус с помощью бетонораздатчика. Во время подачи смеси включают вибраторы, и происходит ее уплотнение. После заполнения формы бетонной смесью загрузочный конус и центрирующее кольцо удаляют, а на их место устанавливают уплотняющее кольцо с крестовиной.

Заполненную бетоном форму переносят мостовым краном на пост гидропрессования и тепловой обработки, где её закрепляют в вертикальном положении четырьмя захватами (чтобы при раздвижке водой и при пропарке форму не сорвало с поста) и присоединяют к водопроводу.

Давление в гидросистеме равномерно повышают в течение получаса до 2-3 МПа при температуре воды до 60-70°C. Под гидравлическим давлением воды, которое поступает через перфорированные стенки сердечника, резиновый чехол расширяется (при этом происходит прессование бетонной смеси) и, перемещаясь, раздвигает наружную форму, скрепленную болтами с тарированными пружинами. Он растягивает спиральную арматуру, создавая предварительное ее натяжение.

Тепловлажностную обработку проводят в пропарочной камере. По окончании тепловой обработки через 12 часов. Трубы вынимают из камеры и отправляются на пост доводки.

Обрезаются концы продольной арматуры, снимаются пружинные болты и калибрующее кольцо втулочной части формы. Затем снимаются детали кожуха.

Затем труба передается на установку, оборудованную приводом вращения, где отрезаются вровень концы продольной арматуры и отделяются торцы. Далее трубы передаются на посты выдержки, где они укладываются на прокладках в горизонтальное положение в два, три или четыре ряда. Выдерживают в течение трех суток при периодической поливке

водой. После выдержки трубы транспортируются к машинам для шлифования раструба и подвергаются гидравлическому испытанию на специальной установке.

После гидравлического испытания трубы выдерживаются в цехе в зимнее время в течение 4 ч, а затем самоходной тележкой с прицепом вывозятся на склад готовой продукции.

### 3.2 Режим работы предприятия

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

В соответствии с требованиями ОНТП 07 – 85 принимается:

- номинальное количество рабочих суток в году – 246;
- количество рабочих смен в сутки без тепловой обработки – 3;
- количество рабочих смен в сутки с тепловой обработкой – 3;
- продолжительность рабочей смены, ч – 8;
- Расчетный фонд рабочего времени составляет 5904 часа.

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

$$P = \frac{60K_{ИСП} \cdot V_p \cdot h \cdot \sum d_i V_i}{t_i}, \quad (1)$$

$$P = \frac{60 \cdot 0,94 \cdot 246 \cdot 1 \cdot 24 \cdot 0,99}{13,2} = 24973,9_{м3}$$

где  $K_{ИСП}$  – коэффициент использования оборудования,  $K_{ИСП}=0,92-0,94$ ;  
 $d_i$  – доля формовок в час 1 – го изделия м<sup>3</sup> ;  $t_i$ – продолжительность цикла формования 1 – го изделия, мин;  $h$  – число рабочих часов в сутки,  $h=24$ ;  $V_p$  – число рабочих дней в году. Продолжительность цикла формования 1 – го изделия (мин) изделий на агрегатно – поточной технологической линии выбирается из ОНТП 07 – 85 или вычисляется:

$$t_i = t + l_0/V_0 + l_1 \cdot n_0/V_1 + t_0 \quad (2)$$

$$t_i = 1 + \frac{2.5}{12} + \frac{5 * 2}{4.8} + 10 = 13,2 \text{ мин}$$

где  $t$  – продолжительность установки и снятия формы с поста формирования, 0,5...1,5 мин;

$l_o$  – длина холостого хода бетоноукладчика,  $l_o = 2.5$  м;  $V_o$  – скорость движения бетоноукладчика,  $V_o = 12$  м/мин;  $l_1$  – длина формуемого изделия,  $l_1 = 5$  м;  $V_1$  – рабочая скорость бетоноукладчика,  $V_1 = 4,8$  м/мин;  $n_0$  – число подъемов бетоноукладчика при формировании изделий (2);  $t_0$  – продолжительность других, не совмещаемых операций формирования,  $t_0 = 10$  мин.

При проектировании формовочных цехов используют следующие требования ОНТП–07–85:

- Запас в формовочном цехе арматурных сеток и каркасов, в т.ч. пространственных, столярных изделий, утеплителя, отделочных материалов на линиях формирования создается на 4-х часовую потребность;

- Усредненная масса арматурных изделий, размещаемых горизонтально на 1 м<sup>2</sup> площади при хранении в формовочном цехе (с учетом проходов) из стали диаметром: до 12 мм – 0,01т, от 14 до 22 мм – 0,05т, от 25 до 40 мм – 0,15т;

- Количество резервных форм на ремонт: индивидуальных 5%, переналаживаемых и групповых 7%;

- Площадь для складирования форм и оснастки, находящихся в эксплуатации (кроме предприятий крупнопанельного домостроения) – 20 м<sup>2</sup>;

- Отходы и потери бетонной смеси при ее транспортировании и формировании изделий – 1,5%, в том числе утилизируемые – 1,0%, безвозвратные – 0,5%;

- Расход смазки на 1 м<sup>2</sup> – 0,2 кг;

- Количество изделий, подвергаемых устранению дефектов от общего количества выпуска – 5%;

– Объём Некондиционных железобетонных и бетонных изделий, подвергаемых утилизации – 0,7%;

– Максимальное количество промежуточных перегрузок бетонной смеси при подаче к постам формования от смесителя до укладки в форму (без учета выгрузки из бетоносмесителя и загрузки в форму) для холодной бетонной смеси на плотных заполнителях – 3, для холодной бетонной смеси на пористых заполнителях – 2, для разогретой независимо от вида смеси – 2;

– Максимальная длительность выдержки бетонных смесей от момента ее выгрузки из смесителя до укладки в форму: тяжелых и легких конструкционных 45 минут, легких конструкционно–тепло–изоляционных 30 минут, предварительно разогретых – 15 минут;

### 3.3 Определение числа работающих

В состав производственной бригады технологической линии входят рабочие, непосредственно выполняющие технологические операции, а также водители погрузчиков и операторы всех видов технологического оборудования. Профессии и тарифные разряды рабочих, занятых на технологической линии занесены в таблицу 12.



Таблица 12 – Состав бригады в сутки

Процессы	Операции	Оборудование	Рабочие	
			Профессия, разряд	Чел.
Чистка и смазка	Сборка формы	Гайковерт, ломы	Бетонщик, 3	1
	Чистка и смазка формы	Щетки, распылитель	Бетонщик, 3	1
Армирование	Сборка каркаса	Кондуктор	Арматурщик, 3	1
	Установка каркаса в форму	Вручную	Арматурщик, 3	2
	Перемещение формы на виброплощадку	автопогрузчик	сотрудник	1
Формование	Укладка и уплотнение бетонной смеси	Бетоноукладчик, виброплощадка	Бетонщик, 3	2
	Перемещение на пост ТВО	Кран1	Бетонщик, 3	1
ТВО	Подача на пост распалубки	автопогрузчик	сотрудник	1
Распалубка	Распалубка изделий	Электрический гайковерт, ломы	Бетонщик, 3	1
	Перемещение на пост доводки	Кран2	Бетонщик, 3	1
	Перемещение формы на пост чистки и смазки	автопогрузчик	сотрудник	1
Доводка	Доводка изделия	В ручную	Бетонщик, 3	2
	Отправка изделия на склад	автопогрузчик	сотрудник	1

Выработка в год на одного рабочего (м<sup>3</sup>/чел)

$$V=P/6$$

(3)

$$B=24973,9 / 11=2270 \text{ м}^3/\text{чел}$$

Где:

$P$  – годовая производительность линии,  $\text{м}^3$ ;

$b$  – суточное число рабочих в бригаде.

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

$$T_p = \sum b_i * r_i / \sum b_i \quad (4)$$

$$T_p = (6*3 + 4*3) / 10 = 3$$

Где

$b_i$  – число рабочих  $i$ -го разряда,

$r_i$  – величина  $i$ -го разряда.

Затраты труда (трудоёмкость) на единицу изготавливаемой продукции в чел.\*час/ $\text{м}^3$  устанавливаются исходя из состава производственной бригады:

$$r = R_{ch} / P n_c, \quad (5)$$

$$r = 11 * 246 * 24 / (24973,9 * 3) = 0,87 \text{ чел.*час}/\text{м}^3.$$

Где:

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

$c$  – число рабочих суток в году;

$h$  – число рабочих часов в сутки;

$P$  – годовая производительность,  $\text{м}^3$ ;

$n_c$  – число смен в день.

Полная заработная плата на 1 м<sup>3</sup> изделий с учётом дополнительной зарплаты в размере 10% от основной, отчисления на социальное страхование – 6,1 % от суммы основной и дополнительной заработной платы, коэффициента 1,2, учитывающего премии за выполнение плана, и коэффициента 1,331, учитывающего налоги на заработную плату, составляет:

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

$$Z = 1,656*r*\phi$$

$$Z=1,656*3,18*0,87=4,6$$

Где:

$\phi$  – часовая ставка рабочего – сдельщика среднего тарифного разряда,  
руб,

## 4 МЕХАНИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

### 4.1 Используемое оборудование для производства преднапряженных виброгидропрессованных труб ТН80 – II

Все технологические операции по формированию железобетонных безнапорных труб выполняют на оборудовании фирмы SOCHLOSSER – REIFFER Германия.

На линии по производству железобетонных труб устанавливается следующее оборудование:

1. для формирования труб ТН80 – II используют формовочное оборудование «Variant 1500»:

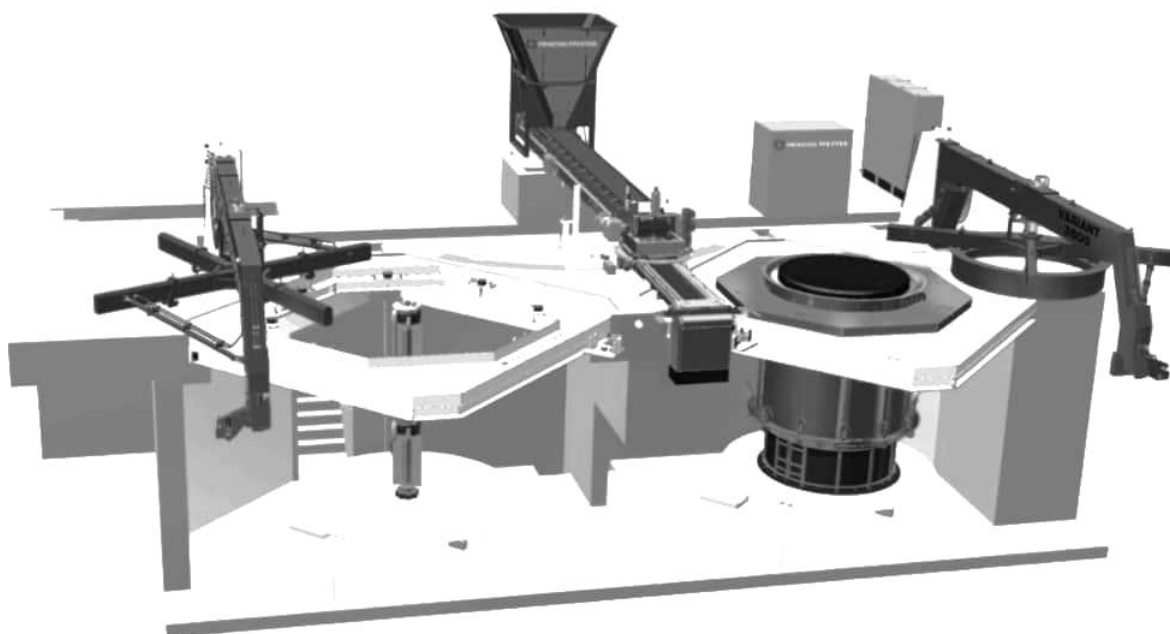


Рисунок 4 – Формовочная установка VARIANT

Производство VARIANT – это высокоэффективный процесс для комбинации продуктов, которые необходимо производить в больших количествах для удовлетворения рыночного спроса. ВАРИАНТ может быть сконфигурирован с помощью одного или двух станций для скорости производства. На данном предприятии конфигурация имеет одну станцию

– Встроенная технология вибрации и уплотнения – это разработанная конструкция, достаточно мощная для крупногабаритных изделий;

– VARIANT использует установленный в приямке вибратор, который снижает уровень шума;

– Простая в эксплуатации система поддерживает быструю замену пресс – формы за счет гидравлического зажима стержня в пяти точках;

– Этот производственный процесс улучшает ваши производственные возможности для крупных бетонных изделий, обладающих высокой прочностью и точными характеристиками.

Состоит из двух рабочих шахт, установленных ниже уровня пола, оборудованных двумя регулируемыми центральными вибраторами (вибросердечники), соединенными специальными зажимами с кернами машины, что дает возможность быстрой замены формы при переходе на новое изделие. Наружная форма и металлический поддон размещены отдельно от остальных узлов машины.

Конструктивные особенности машины:

– автономность машины – машина оснащена собственной гидростанцией и требует подключения только к сети электропитания;

– электродвигатели оснащены датчиком перегрева и приспособлены для напряжения 380 В +/- 5 %;

– оснащение устройства подачи бетоном устройством регулировки скорости подачи (транспортёр с 2 –мя скоростями движения);

– оснащение машины универсальным вибратором для диаметров изделий от 300 до 2500 мм;

– блокировка сердечника (внутренней опалубки) при помощи гидроцилиндров для ускоренной замены формы и контроля посадки сердечника;

– оснащение центрального вибратора устройством изменения силы вибрации;

– оснащение машины амортизационными подушками, для внутренней и внешней опалубок формы, с целью избегания передачи вибрации на фундаменты производственного здания и снижения уровня шума в помещении;

– оснащение машины датчиком контроля уровня заполнения формы с целью автоматического отключения подачи бетона и отключения центрального вибратора по окончании процесса формовки;

– оснащение машины устройством формовки фальца с помощью прессовочного кольца через 1 вертикальный гидроцилиндр и 2 горизонтальных гидроцилиндра для формообразования и уплотнения фальца;

– оснащение машины пультом управления с промышленным контроллером SIEMENS;

– оснащение пульта управления основными элементами управления и индикаторами контроля режимов работы;

– основные процессы работы автоматизированы – подача бетона, выключение вибратора, формовка фальца;

– для обслуживания оборудования достаточно 2 – 3 – х человек.

Технические данные:

- мин. Ø изделия: 250 мм;
- макс. Ø изделия: 1500 мм;
- макс, длина изделия: 2500 мм;
- мощность сети электропитания: 70 кВт;
- время цикла: 3 – 25 мин.

2. В системе «VARIANT 1500» есть вибропресс proliant 1500

Стационарное оборудование, обладающее высокой производительностью и высоким качеством уплотнения бетонной смеси.

Вибропресс использует технологию объемного вибропрессования с немедленной распалубкой и работает в составе технологической линии, в которой приготовление, подача и укладка бетонной смеси в форму происходит механизировано.

Высокое качество уплотнения бетонной смеси, помимо вибрации, достигается за счет давления сверху на бетонную смесь пуансоном. Стыковочные торцы готовых колец, благодаря использованию фигурных поддонов ЖБИ, получают профиль, так называемый “замок”, который препятствует смещению колец при монтаже и делает стык между кольцами более плотным.

Вибропресс состоит из следующих элементов:

- Поворотная балка;
- Виброплощадка.

Поворотная балка имеет П – образную форму, одна сторона которой смонтирована жестко на полу, а вторая имеет металлическое колесо. Такая конструкция обеспечивает «наезд» балки над формой в момент формования изделия и «отъезд» балки для извлечения готового кольца. На балке закреплен пуансон с затирочным кольцом. Затирочное кольцо, за счет преобразования усилия редуктора, совершает поворотные движения и формирует «замок» на верхнем торце кольца.

Виброплощадка смонтирована в прямке и предназначена для уплотнения бетонной смеси в форме для вибропрессования, путем вибрации. Колебания создаются вибраторами, закрепленными на ней. Количество вибраторов может быть от одного до трех, в зависимости от модели и комплектации вибропресса для ЖБИ колец.

Технические характеристики:

- производительность в смену, шт: 30;
- длительность одного цикла, мин: 5 – 15;
- Мощность вибропресса, кВт 7;
- Длина не более, мм 5000 ;
- Ширина не более, мм 2500 ;
- Высота над уровнем пола не более, мм 1800;
- Масса, кг 1500;

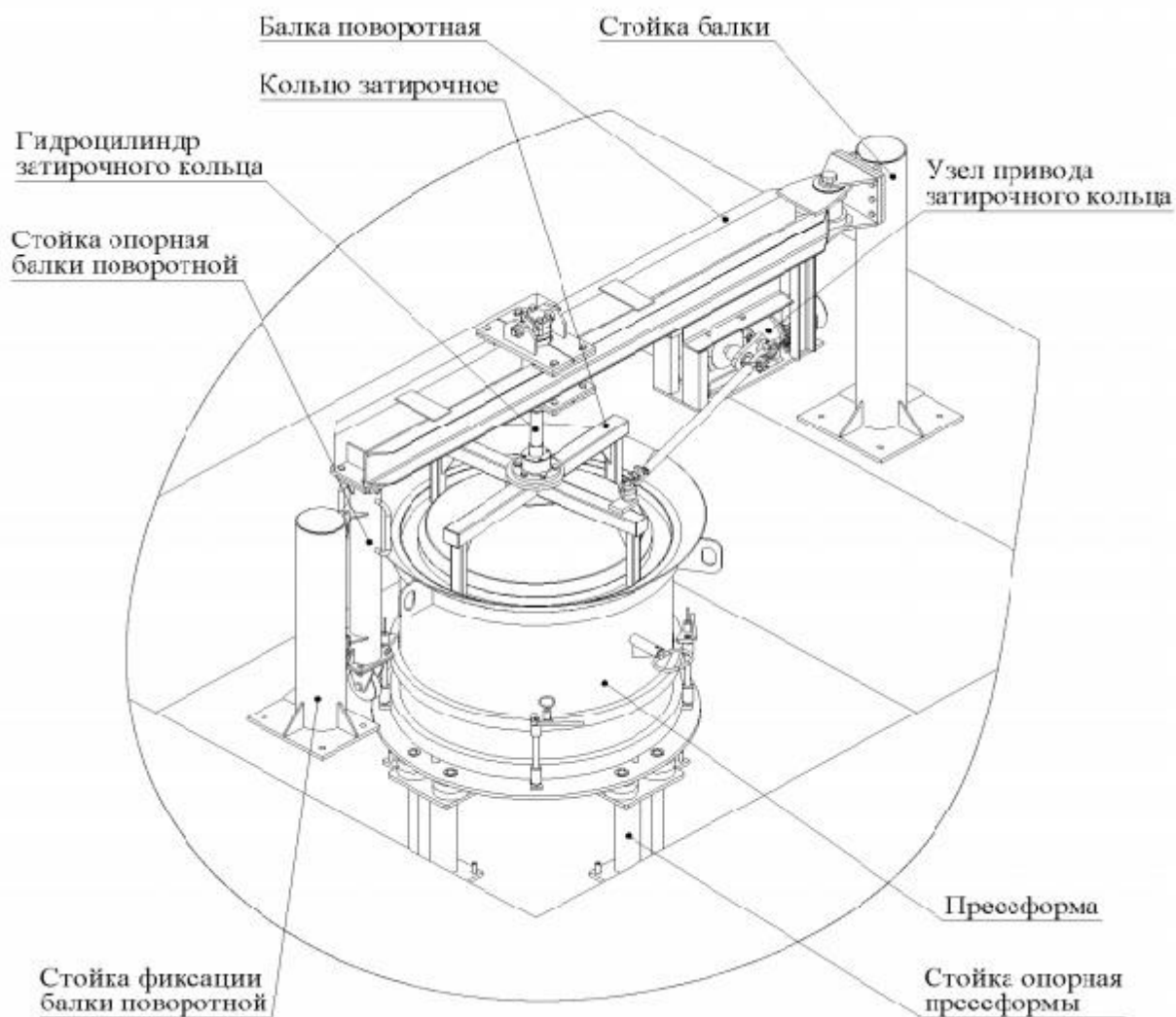


Рисунок 5 – Вибропресс

3. Для чистки и смазки форм используется пневматический шабер, ВМ – 0815

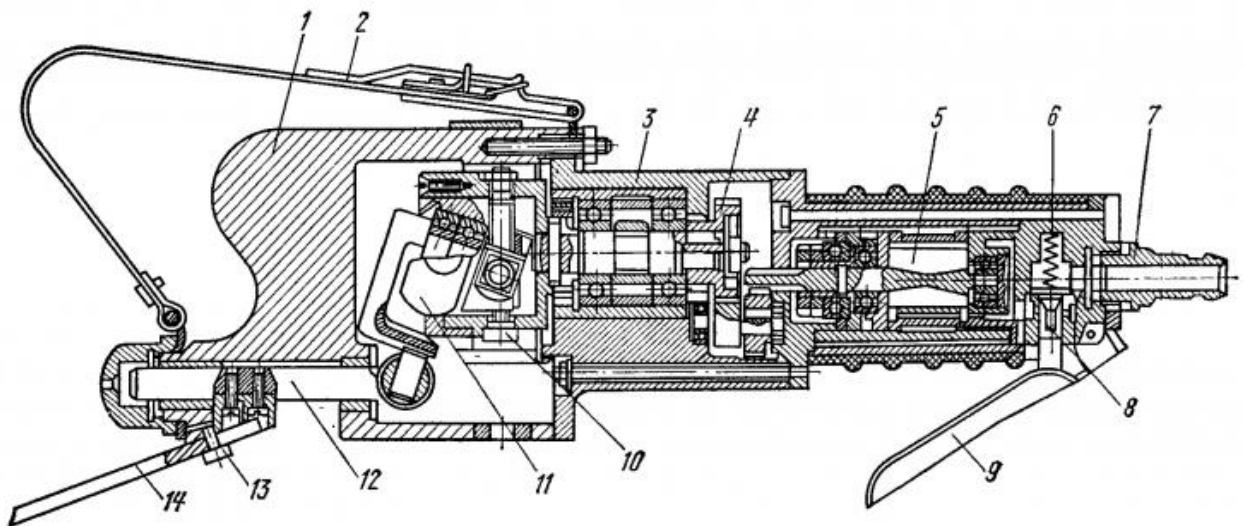
Технические характеристики:

- Потребление воздуха, м<sup>3</sup>/мин – 0,115;
- Частота удара, Гц – 45;
- Рабочие давление, бар – 6,3;
- Габаритные размеры, мм:

Длина, мм – 248;

– Масса, кг – 0,70;





1 – корпус, 2 – ремень, 3 – корпус редуктора, 4 – редуктор, 5 – пневматический двигатель, 6 – пружина, 7 – штуцер, 8 – клапан, 9 – рукоятка, 10 – механизм регулирования величины хода шабера, 11 – механизм, преобразующий вращательное движение в поступательное, 12 – ползун, 13 – болт, 14 – нож

### Рисунок 6 – Пневматический шабер

Для равномерного, экономичного нанесения смазки на опалубку используется распылитель MECLUBE

Технические характеристики:

- Максимальный объем, л – 24;
- Максимальное Рабочие давление, бар – 8;
- Материал корпуса – сталь;
- Длина шланга, мм – 10000;
- Рабочий температурный диапазон, °С: 0...+50;
- Габаритные размеры, мм;

Длина, мм – 370;

Ширина, мм – 300;

Высота, мм – 800;

– Масса, кг – 11.

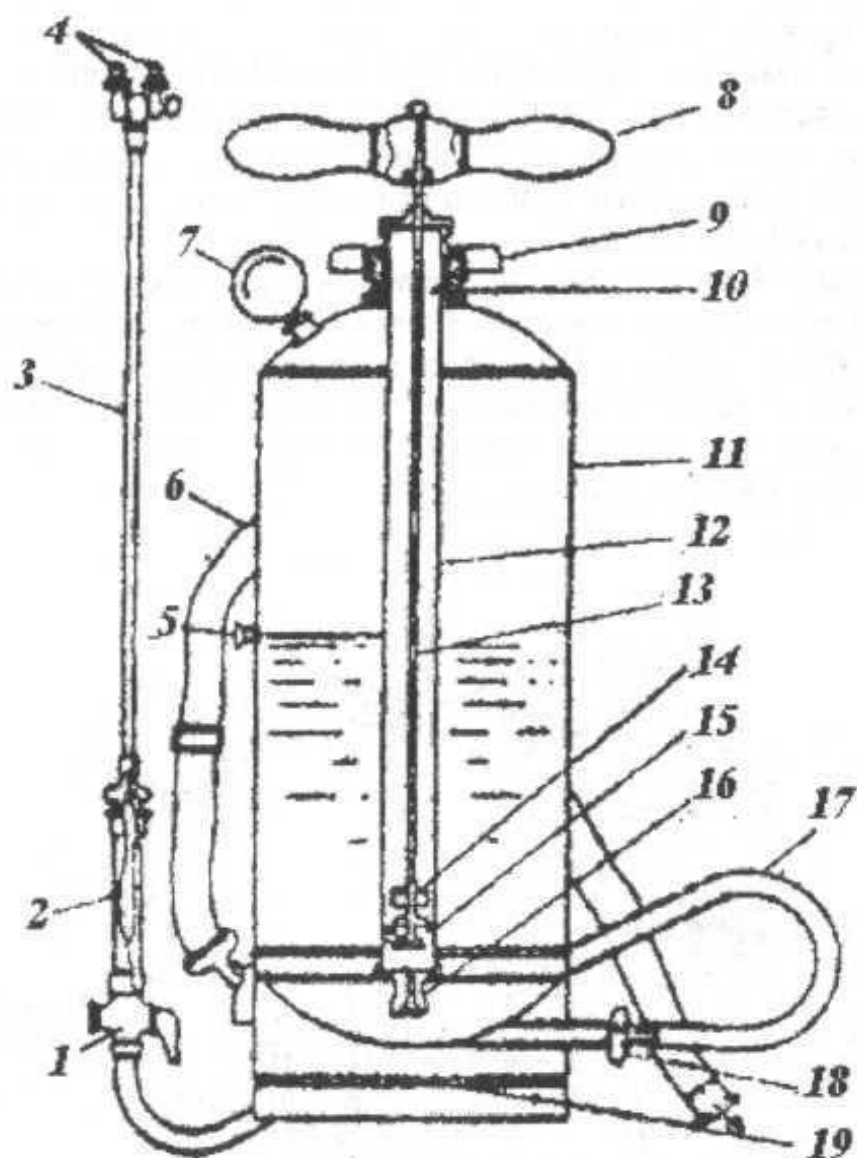


Рисунок 7 – Распылитель смазки

#### 5. Станок для правки и резки арматуры ПРА – 498А

Правильно отрезные машины, а именно, модель ПРА – 498А, предназначен для правки и мерной резки арматурной стали гладкого и периодического профиля ГОСТ5781 – 82 с временным сопротивлением до 500МПа (50 кгс/кв.мм), поступающей в мотках.

Допускается правка проволоки ГОСТ 6727 – 80 при изготовлении дополнительного инструмента по требованию заказчика за дополнительную плату.

Станок правильно – отрезной может найти применение в цехах предприятий металлоконструкций, железобетонных конструкций и других

заводах. Дополнительное требование: нижнее значение температуры воздуха должно быть не менее +5 °С.

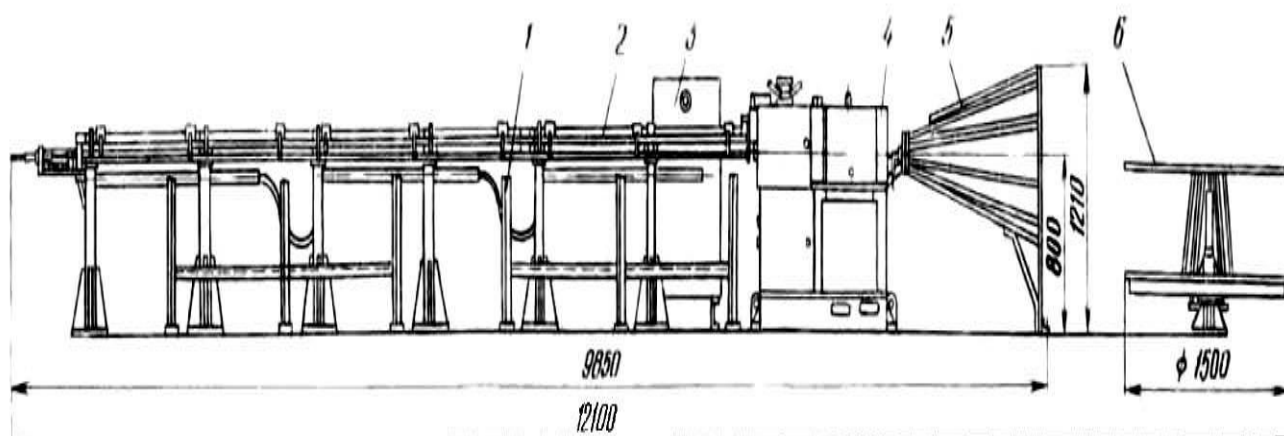


Рисунок 8 – Станок для правки и резки арматуры

Технические характеристики:

- скорость подачи, м/мин: 31,5;
- Длина отрезаемых стержней, м: 0,5 – 6;
- частота вращения барабана с<sup>-1</sup>: 20;
- габаритные размеры, мм:

Длина: 12000;

Ширина: 1500;

Высота: 1220;

Масса, кг 1095;

- установленная мощность, кВт: 16,5;

#### 6. Оборудование для сварки арматурных каркасов SGH22 – 12

Полуавтоматическая, профессиональная линия для сварки арматурного каркаса с ЧПУ и механическим разворотом. Конструкция линии позволяет осуществить с максимальной точностью навивку и прочную сварку основных горизонтальных прутков со спиральной арматурой из бухты. Производительность полуавтоматической линии повышает объемы производимых каркасов в 3 – 4 раза. Незаменимо для создания каркасов разных геометрических форм и может использоваться при строительстве больших мостов, высокоскоростных железных дорог, магистралей и т.п.

#### Устройство станка:

- Наличие педального переключателя в механической подающей раме материала (подача основного прутка) экономит время и усилия операторов;
- Четыре гидравлические роликовые опоры, обеспечивают устойчивое положение каркаса, удобный съём и предотвращают деформацию изделия;
- Точность и надёжность хода подвижной вращающейся каретки обеспечивается наличием направляющих из высококачественной стали и наличием сервопривода;
- Наличие сервопривода и ПЛК обеспечивает синхронизацию работы оборудования, высокую точность размеров ячеек навивки каркаса на разных скоростях вращения кареток;
- Широкий диапазон обрабатываемых диаметров арматуры, количество основных прутков и максимальных длин каркаса создаёт возможность применения оборудования на различных строительных объектах.

#### Технические характеристики:

- Максимальная скорость вращения, об/мин: 2,8;
- Максимальная скорость движения каретки, м/мин: 2,8;
- Диаметр каркаса, мм: 400 – 2200;
- Диаметр навивочной арматуры (из бухт), мм: 5 – 14;
- длина каркаса, м: 3 – 12 ;
- Скорость вращения, об/мин: 3,1;
- Диаметр основного прута, мм: 12 – 40;
- Номинальная мощность, кВт: 21;
- Диапазон температур для нормальной эксплуатации, °С: 0...+40;
- Рабочее давление сжатого воздуха, бар: 7;
- Напряжение электрической сети, В: 380;
- Частота переменного тока, Гц: 50;
- Среднее потребление электричества, кВт/ч: 15;

- Габариты, Д×Ш×В, мм: 28500×5000×3000;
- Масса, т:14.

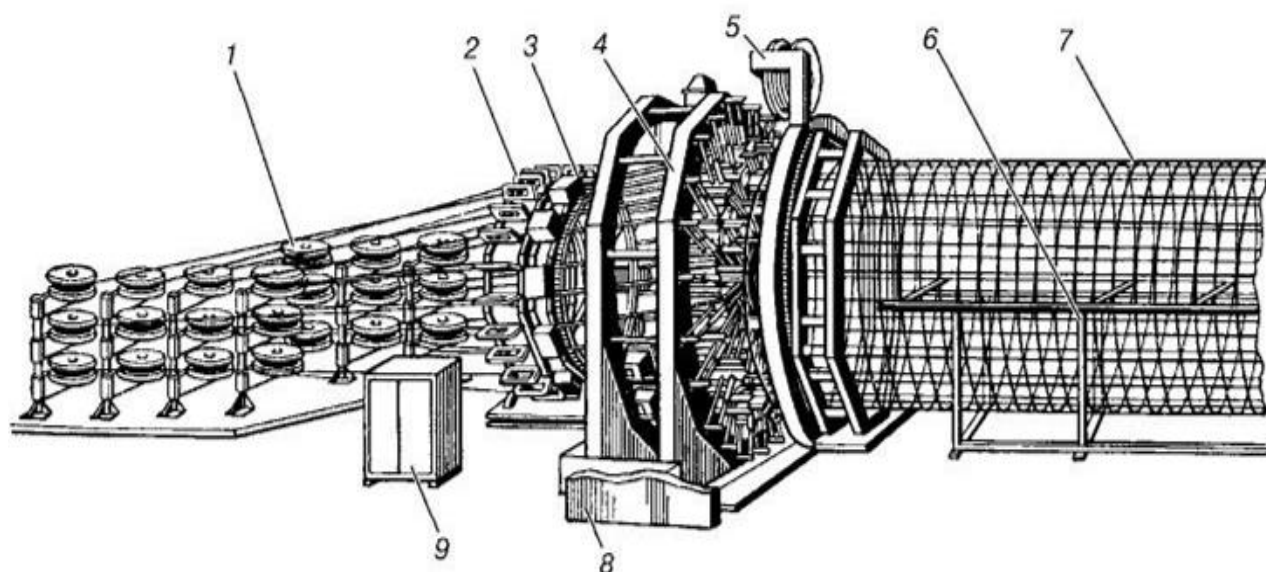


Рисунок 9 – Оборудование для сварки арматурных каркасов

7. Автопогрузчик с круглыми захватками марки Linder H329 используется для транспортирования изделий до места их складирования.

Технические характеристики:

- Макс. Грузоподъёмность: 16000 кг;
- Макс. высота подъёма: 6100 мм;
- Свободный подъём: 150 мм;
- Тип мачты: стандартная;
- Тип шин: суперэластик;
- Длина вил: 2400 мм;
- Строительная высота: 5075 мм;

8. Для раскручивания замков форм принимаем гайковёрт пневматический, 10 шт массой 9,7 кг.

Сводная ведомость основного оборудования используемого на заводе представлена в таблице 13.

Таблица 13 – Сводная ведомость технологического оборудования.

№ п/ п	Наименование оборудования	Марка, тип	Кол – во, шт.	Габаритные размеры, мм	Мощность ед, кВт	Общая мощность, кВт
1	Формовочное оборудование	VARIANT 1500	1	7700x1300x800	70	70
2	Вибропресс	proliant 1500	2	5000*2500*1800	7	14
3	Пневматический шабер,	BM – 0815	1	248	–	–
4	Распылитель смазки	MECLUBE	1	370*300*800	–	–
5	Станок для правки и резки арматуры	ПРА – 498А	1	12000*1500*1220	16,5	16,5
6	Оборудование для сварки арматурных каркасов	SGH22 – 12	1	28500×5000×3000	40	40
7	Автопогрузчик с круглыми захватками	Linder H329	1	–	–	–
8	Бетоноукладчик		1	7400*1800*1980	5	5
9	Гайковёрт пневматический	ИП – 3205Б	10	–	–	–
Итого:			20			145,5

На предприятии до модернизации использовался бетоноукладчик с ленточным питателем СМЖ – А71. Принято решение перевести предприятие на полностью автоматизированное оборудование. Закуплено оборудование немецкой компании SOCHLOSSER – PEEIFFER.

Бетоноукладчик фирмы SOCHLOSSER – PEEIFFER – Механизирует процесс подачи и заполнения формы вибропресса для ЖБИ труб бетонной смесью. Кран – балка в процессе не задействуется.

Бетоноукладчик состоит из трех основных элементов:

- Бункер. выполняет функцию накопителя. Объем бункера бетоноукладчика 1м<sup>3</sup>. Заслонка с регулируемым зазором над лентой конвейера, позволяет объемно дозировать бетонную смесь на выходе;
- Ленточный питатель. Подает бетонную смесь и выгружает ее на сердечник формы;
- Разбрасыватель. за счет вращения лопастей, равномерно распределяет и укладывает смесь в форму.

Бетоноукладчик имеет ось вращения, расположенную под бункером и поворачивается на заданный угол между рабочим положением и положением ожидания. Рабочее положение бетоноукладчика соответствует совпадению оси вращения разбрасывателя и оси сердечника формы вибропресса. Установка в рабочее положение происходит попеременно с поворотной балкой. В момент укладки бетонной смеси, бетоноукладчик находится в рабочем положении, а поворотная балка в положении ожидания и наоборот, во время вибропрессования кольца, поворотная балка находится над формой, а бетоноукладчик отведен в сторону.

Данный бетоноукладчик предназначен для работы в составе линии по скоростному формованию железобетонных труб «VARIANT».в составе данной линии скоростного формования труб, бетоноукладчик может одновременно работать на заполнение двух форм.

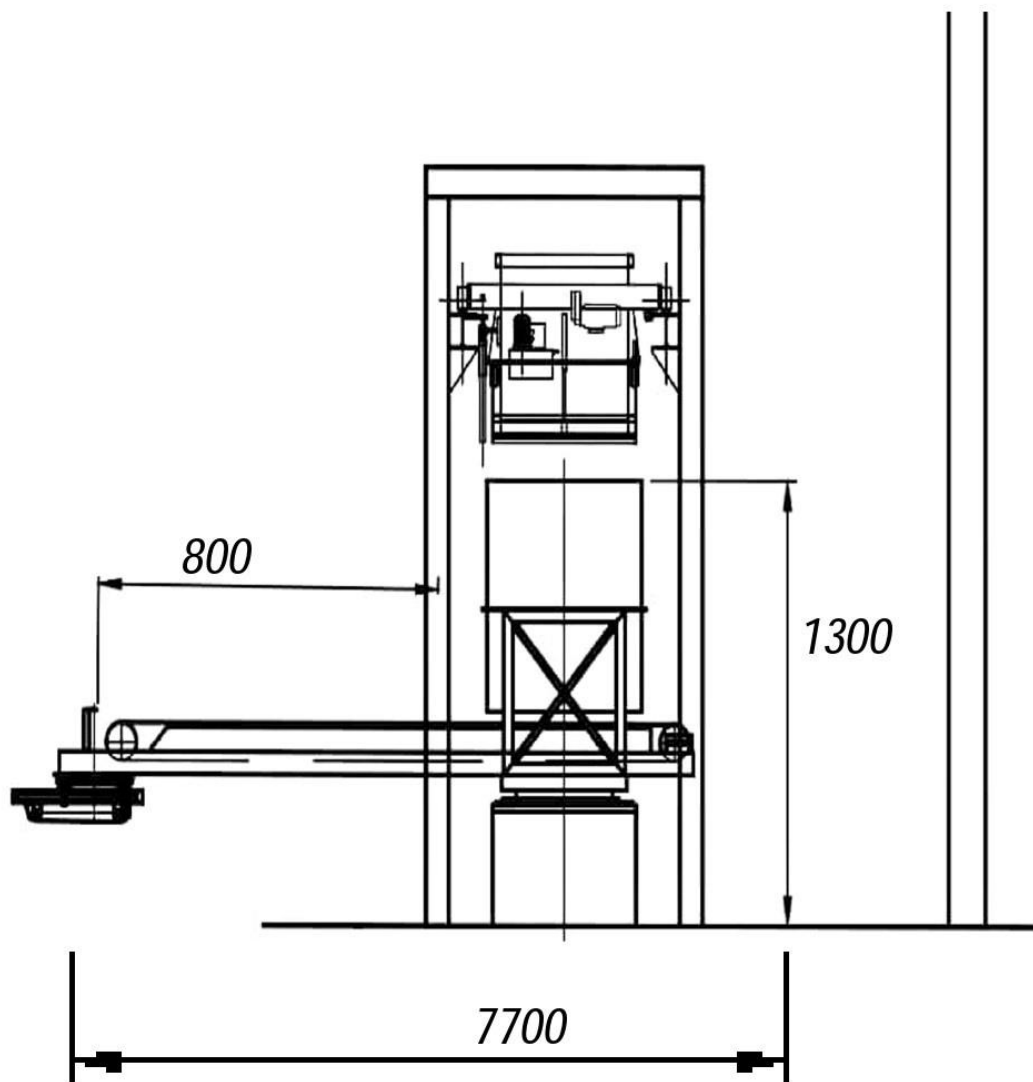


Рисунок 10 – Бетоноукладчик

Технические характеристики:

Производительность, м<sup>3</sup>/ч: 18;

Объем бункера бетоноукладчика 1 м<sup>3</sup>;

Вместимость бункера укладчика, м<sup>3</sup>: 1,5;

длина ленточного питателя, мм: 2500;

ширина ленты питателя, мм: 800;

Скорость передвижения, м/с:

Бетоноукладчика: 0,24;

Скорость ленточного питателя, м/с: 0,5 – 2;

Вылет питателя, м: 1,75;



Установленная мощность, кВт: 5;

Габаритные размеры, мм:

Высота: 1980;

Ширина: 1800;

Длина: 7400;

Масса, кг: 2000.

## 4.2 Расчет бетоноукладчика

На заводах по производству железобетонных изделий для транспортирования и укладки бетонной смеси применяют бетоноукладчик.

Бетоноукладчики – это оборудование, выполняющее наряду с приемом и раздачей еще и распределение бетонной смеси. Они также могут выполнять разравнивание, заглаживание и уплотнение бетонной смеси.

Обязательными элементами любого бетоноукладчика являются расходный бункер и рабочие органы, монтируемые на рамной конструкции. Широкое распространение получили бетоноукладчики с ленточными и винтовыми питателями.

1. Определение производительности бетоноукладчика при заполнении формы смесью

$$P_V = 60 \frac{V_{\text{изд}} \cdot z_{\text{изд}} \cdot k_P \cdot k_{\text{изд}}}{t_{\text{ц}}}, \text{ м}^3/\text{ч}, \quad (7)$$

$$P_V = 60 \frac{0,990 * 1 * 1,2 * 0,9}{3,9} = 18, \text{ м}^3/\text{ч}$$

где  $V_{\text{изд}}$  – объем изделия,  $\text{м}^3$ ;  $z_{\text{изд}}$  – количество одновременно формуемых изделий, шт,  $z_{\text{изд}}=1\dots 2$ ;  $k_P$  – коэффициент разрыхления смеси,  $k_P=1,12\dots 1,2$ ;  $k_B$  – коэффициент использования машины по времени,  $k_B=0,85\dots 0,95$ ;  $t_{\text{ц}}$  – продолжительности цикла укладки смеси в формы, мин

$$t_{\text{ц}} = t_{\text{н}} + t_{\text{п}} + t_{\text{у}} + t_{\text{в}}, \text{ мин}, \quad (8)$$

$$t_{\text{ц}} = 1,45 + 0,1 + 0,9 + 1,45 = 3,9, \text{ мин}$$

$t_{\text{н}}$  – продолжительность наполнения бункера укладчика смесью, мин

$$t_{\text{н}} = \frac{V_{\text{б}} \cdot k_{\text{у}} \cdot k_{\text{п}}}{P_{\text{лп}}}, \text{ мин}; \quad (9)$$

$$t_{\text{н}} = \frac{1,2 * 1,2 * 1,01}{1} = 1,45, \text{ мин}$$

$V_{\text{б}}$  – вместимость бункера укладчика,  $\text{м}^3$ ,

$$V_{\text{б}} = \frac{V_{\text{изд}}}{0,8}, \text{ м}^3; \quad (10)$$

$$V_B = \frac{0,990}{0,8} = 1,2, \text{ м}^3$$

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

$$t_{\Pi} = \frac{l}{60v_{\text{УКЛ}}}, \text{ мин}; \quad (11)$$

$$t_{\Pi} = \frac{1,75}{60 * 0,24} = 0,1, \text{ мин}$$

$l$  – расстояние от загрузочного конвейера до поста формирования (укладки) смеси, (вылет питателя) м;  $v_{\text{УКЛ}}$  – скорость передвижения укладчика, м/с;  $t_y$  – продолжительность укладки смеси в форму, мин

$$t_y = \frac{(l_{\Phi} + l_{\text{УКЛ}}) \cdot n_{\text{ПР}}}{60v_{\text{УКЛ}}}, \text{ мин}, \quad (12)$$

$$t_y = \frac{(5 + 1,8) * 2}{60 * 0,24} = \frac{13,6}{14,4} = 0,9, \text{ мин}$$

$l_{\Phi}$  – максимальная длина формы, (высота трубы) м;  $l_{\text{УКЛ}}$  – база бетоноукладчика, (ширина бетоноукладчика) м;  $n_{\text{ПР}}$  – количество проходов бетоноукладчика при укладке бетонной смеси,  $n_{\text{ПР}}=2\dots 3$ ;  $t_B$  – продолжительность перемещения укладчика в исходное положение под загрузку, мин

$$t_B = t_H, \text{ мин}. \quad (13)$$

2. Определение мощности, необходимой для передвижения бетоноукладчика

$$N_B = \frac{W \cdot v_{\text{УКЛ}}}{1000\eta} = \frac{(P_K + P_B) \cdot \beta \cdot v_{\text{УКЛ}} \cdot \left( \frac{2\mu}{D} + \frac{f \cdot d}{D} \right)}{1000\eta}, \text{ кВт}, \quad (14)$$

$$N_B = \frac{(19620 + 24525) * 2,5 * 0,24 * \left( \frac{2 * 0,0008}{0,3} + \frac{0,08 * 0,06}{0,3} \right)}{1000 * 0,8} = 0,70 \text{ кВт},$$

где  $W$  – сила сопротивления передвижения бетоноукладчика, Н;  $\eta$  – КПД привода,  $\eta=0,8\dots0,9$ ;  $P_K$  – сила давления от массы конструкции бетоноукладчика, Н;  $P_B$  – сила давления от бетонной смеси в бункерах, Н;  $\mu$  – коэффициент качения ходовых колес, м,  $\mu=0,0008\dots0,001$  м;  $f$  – коэффициент трения в цапфах колес,  $f=0,08$ ;  $d$  – диаметр цапф колес, м,  $d=0,06$  м;  $D$  – диаметр колес бетоноукладчика, м,  $D=0,3$  м;  $\beta$  – коэффициент, учитывающий трение реборд колес о рельсовый путь,  $\beta=2,5\dots3$ .

$$P_K = M_{\sigma} * g = 2000 * 9,81 = 19\,620 \text{ Н} \quad (15)$$

$$P_B = M_{\text{изд}} * g = 2500 * 9,81 = 24\,525 \text{ Н} \quad (16)$$

Определение мощности привода ленточного питателя бетоноукладчика

$$N = \frac{N_1 + N_2 + N_3}{\eta_1} * m, \text{ кВт} \quad (17)$$

$$N = \frac{0,39 + 5,4 + 0,11}{0,8} * 1,2 = 8,91, \text{ кВт}$$

где  $m$  – коэффициент запаса мощности,  $m=1,1\dots1,3$ ;  $\eta_1$  – КПД передачи привода,  $\eta_1=0,8\dots0,85$ ;  $N_1$  – мощность, расходуемая на преодоление трения бетонной смеси о борта, кВт

$$N_1 = \frac{W_1 v_{\text{лп}}}{1000}, \text{ кВт} \quad (18)$$

$$N_1 = \frac{794,88 * 0,5}{1000} = 0,39 \text{ кВт}$$

$W_1$  – сила трения бетона о борта питателя, Н;

$$W_1 = 20 k_1 * P_1, \text{ Н} \quad (19)$$

$$W_1 = 20 * 0,8 * 49,68 = 794,88, \text{ Н}$$

$k_1$  – коэффициент трения бетона по стали,

$k_1=0,8$ ;  $P_1$  – сила бокового давления бетона на борта, Н;

$$P_1 = F_1 * q_1, \text{ Н} \quad (20)$$

$$P_1 = 0,3 * 165,6 = 49,68, \text{ Н}$$

$F_1$  – площадь 1 борта, м<sup>2</sup>

$$F_1 = h * l_B, \text{ м}^2 \quad (21)$$

$$F_1 = 0,12 * 2,5 = 0,3, \text{ м}^2$$

$l_B$  – длина бортов, м;  $h$  – высота бортов, м;

$q_1$  – давление бетонной смеси на борта, Па;

$$q_1 = h \cdot \rho \cdot \Theta, \text{ Па} \quad (22)$$

$$q_1 = 0,12 \cdot 2300 \cdot 0,6 = 165,6, \text{ Па}$$

$\rho$  – плотность бетонной смеси, кг/м<sup>3</sup> ;  $\Theta$  – коэффициент подвижности бетонной смеси,  $\Theta=0,6\dots0,7$ ;  $v_{\text{ЛП}}$  – скорость движения ленточного питателя, м/с;

$N_2$  – мощность для преодоления трения ленты питателя о поддерживающий металлический лист, кВт

$$N_2 = \frac{W_2 \cdot v_{\text{ЛП}}}{1000}, \text{ кВт} \quad (23)$$

$$N_2 = \frac{10\,892,8 \cdot 0,5}{1000} = 5,4, \text{ кВт}$$

$W_2$  – сила трения ленты о поддерживающий лист, Н;

$$W_2 = 10k_2 \cdot P_2, \text{ Н} \quad (24)$$

$$W_2 = 10 \cdot 0,6 \cdot 1\,815,4 = 10\,892,8, \text{ Н}$$

$k_2$  – коэффициент трения резиновой ленты о сталь,  $k_2=0,6$ ;

$P_2$  – сила активного давления бетона на ленту, Н.

$$P_2 = F_2 \cdot q_2, \text{ Н}, \quad (25)$$

$$P_2 = 0,64 \cdot 2\,836,7 = 1\,815,4, \text{ Н}$$

$F_2$  – площадь активного давления, м<sup>2</sup>;

$$F_2 = b \cdot l, \text{ м}^2; \quad (26)$$

$$F_2 = 0,64 \cdot 1 = 0,64, \text{ м}^2$$

$b$  – ширина отверстия бункера, м;

$$b = 0,8b_{\text{ЛП}}, \text{ М} \quad (27)$$

$$b = 0,8 \cdot 0,8 = 0,64, \text{ М}$$

$b_{\text{ЛП}}$  – ширина ленты питателя, м;

$l$  – длина отверстия бункера, м;

$$l = 0,4 l_{\text{ЛП}}, \text{ М} \quad (28)$$

$$l = 0,4 \cdot 2,5 = 1, \text{ М}$$

$l_{\text{ЛП}}$  – длина ленточного питателя, м;

$q_2$  – давление бетонной смеси, Па

$$q_2 = \frac{p \cdot R}{f_1 \cdot \theta}, \text{ Па} \quad (29)$$
$$q_2 = \frac{2300 \cdot 0,74}{1 \cdot 0,6} = 2836,7, \text{ Па}$$

$R$  – гидравлический радиус выпускного отверстия бункера, м,  $R=0,74$  м;

$f_1$  – коэффициент внутреннего трения бетонной смеси,  $f_1=1,0$ ;

$N_3$  – мощность, требуемая для транспортирования бетонной смеси на ленте, кВт

$$N_3 = \frac{W_3 \cdot v_{\text{ЛП}}}{1000}, \text{ кВт} \quad (30)$$
$$N_3 = \frac{220,8 \cdot 0,5}{1000} = 0,11, \text{ кВт}$$

где  $W_3$  – сила сопротивления перемещению бетонной смесью на ленте, Н

$$W_3 = 10b_{\text{ЛП}} \cdot h \cdot l_{\text{ЛП}} \cdot p \cdot k_3, \text{ Н} \quad (31)$$
$$W_3 = 10 \cdot 0,8 \cdot 0,12 \cdot 2,5 \cdot 2300 \cdot 0,04 = 220,8, \text{ Н}$$

$k_3$  – приведенный коэффициент сопротивления роlikоопор ленты питателя,  $k_3=0,035 \dots 0,04$ .

## 5 ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА

### 5.1 Описание технологического процесса

#### 1. Пост подготовки формы.

На этом посту 2 формовщика 3 разряда за 4 минуты чистят форму. Потом происходит процесс сборки обечайки, состоящий из соединения секций тарированными пружинными болтами и проклейки швов, который занимает 5 минут. После этого на протяжении 1 минуты смазывают форму. Когда обечайка будет подготовлена, в нее устанавливается спирально – перекрестный каркас. В конце этой операции форма перемещается мостовым краном на пост комплектации (1 минута).

#### 2. Пост армирования.

На посту армирования происходит навивка спирально – перекрестного каркаса на модернизированном навивочном станке в течение 8 минут. За этим следит арматурщик 4 разряда. Далее каркас перемещается при помощи крана на пост формования (1 минута) и там устанавливается в форму (1 минута).

#### 3. Пост комплектации.

Здесь 2 формовщика 4 разряда подготавливают сердечник формы в течение 4 минут, а потом за 2 минуты смазывают его. Далее за 4 минуты происходит присоединение обечайки и навеска на нее вибраторов. По завершении, собранная форма отправляется на пост формования, при помощи мостового крана за 1 минуту.

#### 4. Пост формования.

По прибытии формы и установке ее в прямке 2 формовщиками 4 разряда устанавливается загрузочный конус (2 минуты). После, 2 машиниста бетоноукладчиков 5 разряда готовят бетоноукладчики за 4 минуты, и начинается процесс укладки, и уплотнения бетонной смеси, который занимает 15 минут. Потом 2 формовщика 4 разряда снимают загрузочный конус и вибраторы с формы (3 минуты) и форма отправляется на пост опрессовки и ТВО. Перемещение занимает 1 минуту.

#### 5. Пост опрессовки и ТВО.

На посту опрессовки и ТВО все процессы выполняются 2 пропарщиками 3 и 4 разрядов. Форма подключается к системам высокого и низкого давления (2 минуты), после чего происходит процесс опрессовки, который занимает 30 минут. После того, как закончится гидропрессование, форма отправляется в пропарочную камеру. Изделие подвергают тепловлажностной обработке продолжительностью 9,5 часов. Далее изделие с наружной формой снимается с сердечника при помощи мостового крана и отправляется на кантователь и после на пост распалубки за 2 минуты. После удаления наружной формы и изделий сердечник отправляют на пост комплектации для подготовки к следующему циклу. Этот процесс занимает 1 минуту.

#### 6. Пост распалубки.

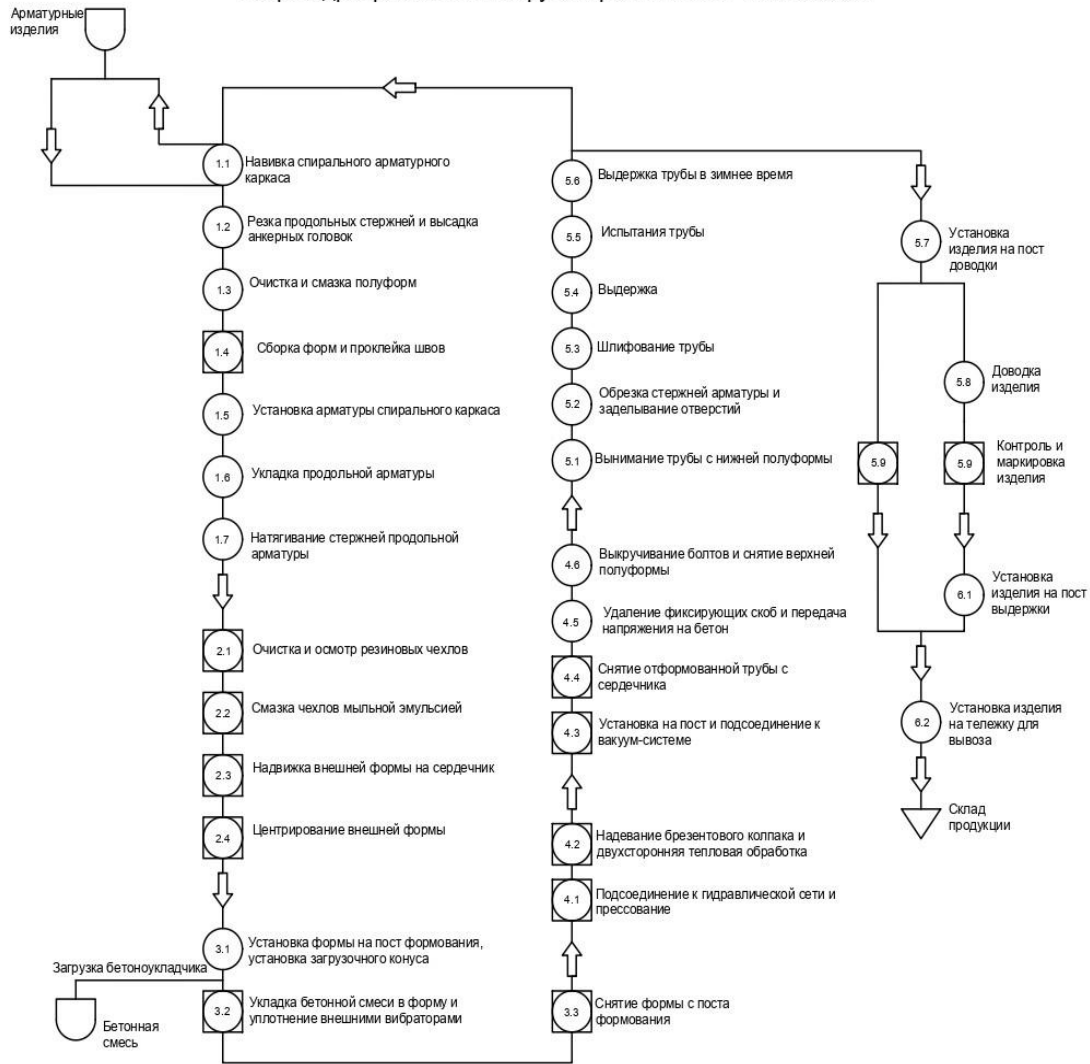
На посту распалубки 2 бетонщика 4 разряда снимают с формы уплотнительное и раструбное кольца и очищают их в течение 4 минут. Далее происходит съём пружинных болтов с помощью пневматических гайковертов. Этот процесс занимает 4 минуты. При помощи крана 2 такелажника 3 разряда стропуют и снимают секции формы за 4 минуты. Затем бетонщики за 2 минуты снимают калибровочное кольцо. Такелажники вынимают изделие и передают его при помощи крана на пост доводки (1 минута)

#### 7. Пост доводки.

Изделие на пост доводки поступает с поста распалубки. На протяжении 4 минут 2 отделочника 3 разряда следят за процессом шлифовки труб, а затем еще 2 минуты за калибровкой раструбов. Далее изделие при помощи мостового крана транспортируют на стенд гидравлических испытаний (1 минута), где 4 бетонщика 5 разряда производят испытания в течение 5 минут. Как только испытания закончатся, изделие краном перемещается на самоходную тележку и транспортируется на склад готовой продукции (1 минута).



Технологическая карта производства железобетонных преднапряжённых виброгидропрессованных труб. Агрегатно-поточный способ



Условные обозначения

- Обработка: изменение физических или химических свойств материалов или полуфабрикатов; сборка полуфабрикатов или деталей; подготовка к очередной обработке, транспортированию или хранению.
  - Транспортирование: перемещение материала, полуфабриката, изделия или рабочего с одного места на другое.
  - Простой: пребывания материала в заделе, ожидание очередной обработки.
  - Складирование: хранение материала, полуфабриката или изделия на складе.
  - Совмещение действий.
- 1.1-1.4 - технологические операции, выполняемые на посту распулубли
  - 1.5-2.4 - технологические операции, выполняемые на посту армирования изделия
  - 3.1-3.3 - технологические операции, выполняемые на посту формирования
  - 4.1-4.6 - технологические операции, выполняемые на посту тепловой обработки
  - 5.1-6.2 - технологические операции, выполняемые на посту доводки изделия

Рисунок 11 – Технологическая схема производства ТН 80 – II

Более подробно рассмотреть данную схему можно на технологической карте 3 представленной в формате А3.

5.2 Построение циклограмм работы машин и технологического оборудования

## **Оптимизации при заданном ритме**

Для оптимизации при заданном ритме необходимо построить пооперационный график, найти на нем последовательную непрерывную цепочку операций, суммарная длительность которой определяет время выполнения всего комплекса операций (длительность цикла).

За ведущий процесс принимаем процесс армирования, который длится 23,5 минут. Следовательно, длительность цикла равна 23,5 минут.

Неоптимизированный пооперационный график и график движения рабочей силы представлены в таблице 1 в приложении .

При помощи таблицы строим оптимизированный пооперационный график и график движения рабочей силы, которые представлены в таблице 2 в приложении.

## **Построение циклограммы при заданном ритме**

Циклограмма дает наглядное представление о согласованности времени выполнения отдельных операций. На циклограмме по оси ординат откладывают время, по оси абсцисс координаты.

Циклограмма строится на длительность одного цикла. На циклограмме проекция любой линии на оси  $t$  есть продолжительность выполнения операции, на оси  $S$  перемещение машины при выполнении операций.

Оптимизированный и не оптимизированный графики, а также пооперационный можно подробно рассмотреть в приложении представленные в формате А3.

Циклограмма оптимизации представлена на рисунке 12.

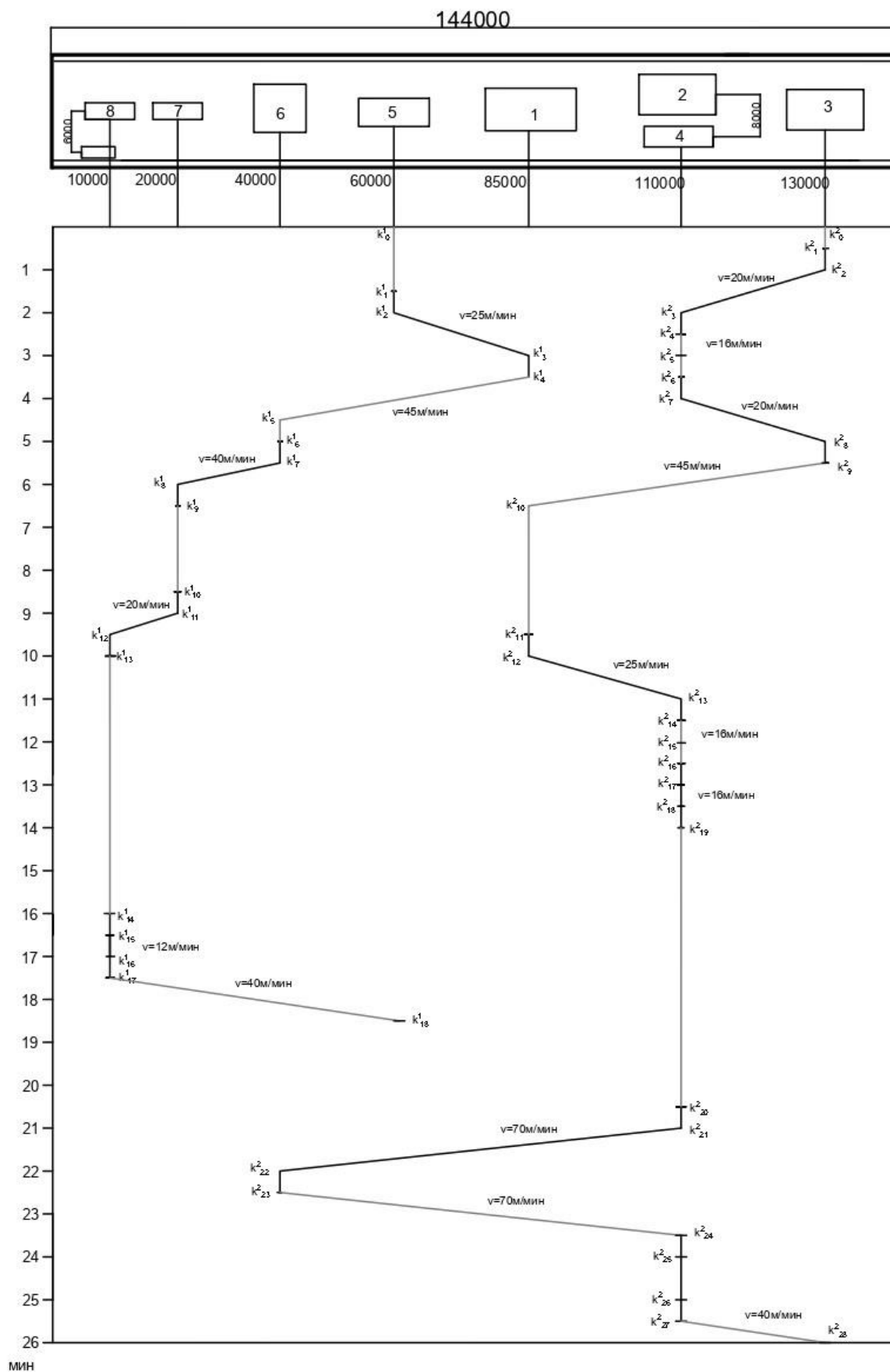


Рисунок 12 – Циклограмма оптимизации производства при заданном ритме

## Посты и операции по первому способу оптимизации

Посты:

- 1 – пост армирования и сборки форм;
- 2 – пост укомплектовки форм;
- 3 – пост формования;
- 4 – пост ТВО;
- 5 – пост навивки спирального арматурного каркаса;
- 6 – пост доводки;
- 7 – пост шлифования раструба;
- 8 – пост гидроиспытания;
- 9 – самоходная тележка.

Кран №1:

- $k_0^1 - k_1^1$  : ожидание на посту навивки спирального каркаса
- $k_1^1 - k_2^1$  : строповка арматурного изделия
- $k_2^1 - k_3^1$  : транспортирование на пост армирования и сборки форм
- $k_3^1 - k_4^1$  : расстроповка
- $k_4^1 - k_5^1$  : перемещение порожним на пост доводки изделия
- $k_5^1 - k_6^1$  : ожидание
- $k_6^1 - k_7^1$  : строповка изделия на посту доводки
- $k_7^1 - k_8^1$  : транспортирование изделия на пост шлифовки раструба
- $k_8^1 - k_9^1$  : расстроповка
- $k_9^1 - k_{10}^1$  : ожидание на посту шлифовки раструба
- $k_{10}^1 - k_{11}^1$  : строповка изделия на посту шлифовки раструба
- $k_{11}^1 - k_{12}^1$  : транспортирование изделия на пост гидроиспытания
- $k_{12}^1 - k_{13}^1$  : расстроповка
- $k_{13}^1 - k_{14}^1$  : ожидание на посту гидроиспытания
- $k_{14}^1 - k_{15}^1$  : строповка изделия на посту гидроиспытания
- $k_{15}^1 - k_{16}^1$  : транспортирование изделия на тележку для вывоза
- $k_{16}^1 - k_{17}^1$  : расстроповка изделия

$k_{17}^1 - k_{18}^1$  : возвращение порожнего крана на пост нававки каркаса  
Кран №2:

$k_0^2 - k_1^2$  : ожидание на посту формования

$k_1^2 - k_2^2$  : строповка изделия на посту формования

$k_2^2 - k_3^2$  : транспортирование на пост ТВО

$k_3^2 - k_4^2$  : расстроповка

$k_4^2 - k_5^2$  : перемещение порожнего крана на пост укомплектовки

$k_5^2 - k_6^2$  : ожидание

$k_6^2 - k_7^2$  : строповка изделия на посту укомплектовки

$k_7^2 - k_8^2$  : транспортирование на пост формования

$k_8^2 - k_9^2$  : расстроповка

$k_9^2 - k_{10}^2$  : перемещение порожнего крана на пост армирования и сборки

$k_{10}^2 - k_{11}^2$  : ожидание на посту армирования и сборки форм

$k_{11}^2 - k_{12}^2$  : строповки изделия на посту армирования и сборки форм

$k_{12}^2 - k_{13}^2$  : транспортирование на пост укомплектовки

$k_{13}^2 - k_{14}^2$  : расстроповка

$k_{14}^2 - k_{15}^2$  : перемещение порожнего крана на пост ТВО

$k_{15}^2 - k_{16}^2$  : ожидание

$k_{16}^2 - k_{17}^2$  : строповка изделия на посту ТВО

$k_{17}^2 - k_{18}^2$  : транспортирование изделия на пост укомплектовки

$k_{18}^2 - k_{19}^2$  : расстроповка

$k_{19}^2 - k_{20}^2$  : ожидание на посту укомплектовки

$k_{20}^2 - k_{21}^2$  : строповка изделия на посту укомплектовки

$k_{21}^2 - k_{22}^2$  : транспортирование изделия на пост доводки

$k_{22}^2 - k_{23}^2$  : расстроповка

$k_{23}^2 - k_{24}^2$  : перемещение порожнего крана на пост укомплектовки

$k_{24}^2 - k_{25}^2$  : строповка формы

$k_{25}^2 - k_{26}^2$  : надвиги внешней формы на сердечник и центрирование

$k_{26}^2 - k_{27}^2$  : расстроповка





### 5.3 Определение уровня механизации и автоматизации

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

$$Y_m = \frac{\sum Z_i * K_i * N_i}{3 \sum N_i}, \quad (72)$$

где  $Z$  – характеристика вида механизации операции:

- $Z = 0$  – операция не механизирована;
- $Z = 1$  – операция выполняется при помощи машины ручного действия (без привода);
- $Z = 2$  – операция выполняется при помощи мех – ой машины (имеющей привод, но требующий ручной труд);
- $Z = 3$  – операция выполняется при помощи мех – ой машины (имеющей привод, не требующей ручного труда) или автоматом.

$K$  – коэффициент степени механизации операций:

- $K = 1$  – операция полностью механизирована;
- $K = 0,5$  – операция частично механизирована.

$N_i$  – количество операций.

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

$$Y_a = \frac{\sum Z_i * K_i * N_i}{1,5 \sum N_i}, \quad (73)$$

где  $Z$  – характеристика вида автоматизации операции:

- $Z = 0$  – операция не автоматизирована;
- $Z = 1$  – операция выполняется при помощи полуавтоматических устройств, когда функции рабочего сводятся к включению, выключению агрегата и наблюдению;
- $Z = 1,5$  – операция выполняется автоматически, без участия человека, функция рабочего – наблюдение.

$K$  – коэффициент степени автоматизации операций:

- $K = 1$  – операция полностью автоматизирована;



- $K = 0,5$  – операция частично автоматизирована.

$N_i$  – количество операций

Для расчета уровня механизации и автоматизации используется сводная таблица 16.

Таблица 16 – сводная таблица уровня механизации и автоматизации.

№	Операция	Механизация				Автоматизация			
		Zi	ki	ni	Zikini	Zi	ki	ni	Zikini
1	Операции на форм. линии								
1.1	Чистка формы	1	0.5	1	0.5	0	–	1	0
1.2	Смазка формы	1	0.5	1	0.5	0	–	1	0
1.3	Навивка спирального арматурного каркаса	2	0.5	1	1	1	0.5	1	0.5
1.4	Установка разделительных полос	1	0.5	1	1	1	0.5	1	0.5
1.5	Резка продольных стержней	0	–	1	0	0	–	1	0
1.6	Установка арматуры спирального каркаса	1	0,5	1	0,5	0	–	1	0
1.7	Монтаж упоров и высадка анкерных головок	1	0,5	1	0,5	0	–	1	0
1.8	Укладка продольной арматуры	0	–	1	0	0	–	1	0
1.9	Натягивание стержней продольной арматуры	2	0.5	1	1	1	0.5	1	0.5
1.10	Очистка и осмотр резиновых чехлов	1	0,5	1	0,5	0	–	1	0
1.11	Смазка чехлов мыльной эмульсией	0	0,5	1	0,5	0	–	1	0
1.12	Надвижка внешней формы на сердечник	2	0.5	1	1	1	0.5	1	0.5

№	Операция	Механизация				Автоматизация			
		Zi	ki	ni	Zikini	Zi	ki	ni	Zikini
1.13	Центрирование формы	3	1	1	3	1.5	1	1	1.5
1.14	Укладка бетонной смеси в форму	3	1	1	3	1	1	1	1
1.15	Уплотнение бетонной смеси	3	1	1	3	1	0.5	1	0.5
1.16	ТВО	3	1	1	3	1.5	1	1	1.5
1.17	Обрезка стержней арматуры и заделывание отверстий	1	0.5	1	0.5	0	–	1	0
1.18	Шлифование трубы	2	1	1	2	1	0.5	1	0.5
1.19	Гидроиспытание изделия	3	1	1	3	1	1	1	1
1.20	Механическое испытание изделия	3	1	1	3	1	1	1	1
1.21	Приемка и маркировка изделия	0	–	1	0	0	–	1	0
2	Транспортировка								
2.1	Строповка	0	–	1	0	0	–	1	0
2.2	Растроповка	0	–	1	0	0	–	1	0
2.3	Съем изделия с формы	3	1	1	3	1	0.5	1	0.5
2.4	Транспортировка краном	3	1	1	3	1	0.5	1	0.5
2.5	Установка изделия на самоходную тележку	3	1	1	3	1	0.5	1	0.5
2.6	Подача б/с к бетоноукладчику	3	1	1	3	1.5	1	1	1.5
2.7	Загрузка бетоноукладчика	3	1	1	3	1.5	1	1	1.5
	Итого			28	42,5			28	13,5
				ni	Zikini			ni	Zikini

Расчет уровней механизации и автоматизации:

Уровень механизации

$$Y_m = \frac{\sum Z_i \cdot K_i \cdot N_i}{3 \sum N_i} = 42,5/84 = 51\% \quad (32)$$

Уровень автоматизации

$$Y_a = \frac{\sum Z_i \cdot K_i \cdot N_i}{1,5 \sum N_i} = 13,5/42 = 32\% \quad (33)$$

Расчеты уровней механизации и автоматизации показали, что общий уровень механизации производственного процесса составляет 51% (согласно ОНТП 07 – 85 уровень механизации должен быть не менее 50%), а уровень автоматизации 32% (согласно ОНТП 07 – 85 не менее 30%). Дальнейшее повышение уровней возможно при использовании более совершенного оборудования, уменьшающего долю ручного труда в общем объеме трудозатрат.

#### 5.4 Оптимизация распределения трудовых ресурсов

С целью обеспечения эффективности производства необходимо провести оптимизацию распределения трудовых ресурсов. Принимаем, что все операции выполняются при помощи одного вида ресурсов (рабочие, обладающие смежными профессиями).

Интенсивность операции – количество ресурсов, используемых на операции в единицу времени. Средняя интенсивность потребления ресурсов:

$$P = \frac{\sum P_{(i,j)} \cdot t_{(i,j)}}{T_c}, \text{ чел} \quad (34)$$

где  $P_{(i,j)}$  – интенсивность потребления ресурсов на операции  $O(i,j)$ , чел;  $t_{(i,j)}$  – длительность операции  $O(i,j)$ , мин;  $T_c$  – интервал времени, через который периодически производится выпуск изделий. Такт выпуска является величиной обратной ритму.

$$T_c = \frac{1}{R_c} = \frac{1}{0,01} = 100, \text{ мин} \quad (35)$$

где  $R_c$  – ритм выпуска (количество изделий выпускаемых в единицу времени).

$$R_c = \frac{n}{T_c \cdot V \cdot 60} = \frac{24973,9}{6,89 \cdot 5904 \cdot 60} = 0,01 \text{ изд/мин} \quad (36)$$

Где  $V$  – объем одного изделия (6,89 м<sup>3</sup>)

Следовательно, на изготовление одного изделия затрачивается 100 мин

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

$$\Delta H = H_{\phi} - H, \text{ (чел}\cdot\text{мин)} \quad (37)$$

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

$H$  – трудоемкость операции стадийного процесса, чел.·мин. Фактические затраты труда в стадийном процессе:

$$H_{\phi} = P_{\text{MAX}} * T_C \quad (38)$$

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

Трудоемкость операций до оптимизации:

$$H_{\phi} = 9 * 100 = 900 \text{ чел} - \text{мин.}$$

$$\Delta H = 900 - 108 = 792 \text{ чел} - \text{мин.}$$

После оптимизации :

$$H_{\phi} = 4 * 100 = 400 \text{ чел} - \text{мин.}$$

$$\Delta H = 400 - 108 = 292 \text{ чел} - \text{мин.}$$

После оптимизации распределения трудовых ресурсов бригада будет состоять из 4 человек

## 6 ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ

Тепловая обработка изделий является конечной стадией процесса производства железобетонных труб.

Для осуществления ТВО предусматриваем специальный пост тепловой обработки. В заводской технологии применяют ускоренные методы твердения – тепловую обработку изделий при обязательном сохранении влажности изделий. Чаще всего применяют прогрев изделий при атмосферном давлении в паровоздушной среде с температурой 80 – 85 °С или выдерживание в среде насыщенного пара при 100 °С. Стремятся применять насыщенный пар, чтобы исключить высыхание бетона и создать хорошие условия для гидратации цемента. Процесс тепловой обработки бетона обычно состоит из подъема температуры до максимально установленного уровня, выдерживания при нем и охлаждения изделия до температуры окружающей среды.

При изучении конструкций тепловых установок необходимо основное внимание обращать на создаваемые в них условия тепло - и массообмена, сравнивать их достоинства и недостатки.

Осуществляется тепловлажностная обработка в пропарочной камере, изображенной на рисунке 16.

### 6.1 Описание пропарочной камеры

Стены камеры снабжают теплоизоляцией 17 для снижения потерь теплоты в окружающую среду. Пол камеры 1 делают с уклоном для стока конденсата. В полу есть трап 2 для вывода конденсата. В приемнике трапа, куда стекает конденсат, делают конденсатоотводящее устройство 3, в качестве которого чаще всего ставят водоотделительную петлю. Назначение конденсато-отводящего устройства – выпускать конденсат в систему конденсатоотвода 4 и не пропускать пар. Стены камеры 5 имеют отверстие 6 для ввода пара, который подается вниз камеры по трубопроводу 7 от сети. Трубопровод заканчивается уложенным по периметру камеры трубами 8 с отверстиями – перфорациями, через которые пар поступает в камеру. Кроме отверстия для ввода пара в стенде камеры делают отверстие 9 для вентиляции

в период охлаждения. Оно соединяется каналом 10 с вентилятором, который отбирает паровоздушную смесь из камеры. Для изоляции камеры во время подогрева и изотермической выдержки от системы вентиляции устраивают гермети-зирующий конус 11, который с помощью червячного винта 12, снабженного маховиком, может подниматься и опускаться. При поднятом конусе происходит вентиляция, при опущенном – камера надежно изолирована, от этой системы. Кроме герметизирующего конуса в таких же целях могут применяться различные затворы.

После загрузки камера закрывается крышкой 14, представляющей собой металлический каркас, заполненный теплоизоляционным материалом. Низ и верх крышки изолируют металлическим листом. Крышку так же, как и пол, делают с уклоном  $i = 0,005 - 0,01$  для стока конденсата. Для герметизации крышки служит водяной затвор. Для этого на верхних обрезах стен камеры устанавливают швеллер 15, а крышку по ее периметру оборудуют уголком 16, который входит в швеллер. Швеллер заполняют водой, кроме того, конденсат с крышки так же стекает в швеллер. Образующийся таким образом в нет слой воды предотвращает выбивание пара в цех через соединения крышки с камерой.

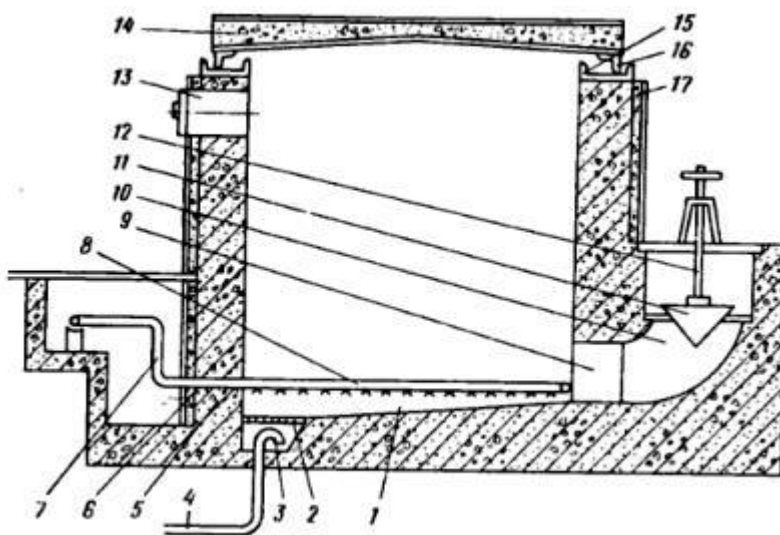


Рисунок 15 – Пропарочная камера ямного типа

Работа камеры заключается в следующем. После разгрузки ее чистят и проверяют. Проверяют работу вентиляй подачи пара, надежно ли закрывается

герметизирующий конус. После проверки камеру загружают изделиями, закрывают крышкой и включают подачу пара. Пар, поступая снизу в камеру, где находится воздух, поднимается вверх, смешивается с ним и нагревает, образуя паровоздушную смесь. Одновременно пар конденсируется на изделиях, стенах, крышке, нагревает их, а сам в виде конденсата стекает в конденсатоотборное устройство.

Далее изделия выдерживают в камере при температуре 85 °С, при этом, в материале продолжают химические реакции и структуро-образование, а также снимается напряженное состояние. При изотермическом прогреве, как только температура в камере достигает максимальной. количество подаваемого пара снижают, ибо потребность в нем уменьшается. После изотермической выдержки начинают охлаждение. Для этого отключают подачу пара, поднимают конус и соединяют вентиляционный канал камеры с вентиляционной системой. Пар из камеры и с поверхности материала вместе с воздухом начинает удаляться в вентиляционную сеть, а крышка камеры начинает пропускать воздух из цеха благодаря испарению влаги из швеллера в камеру. Кроме того, в камерах, в стенке. противоположной каналу 10, выводящему паровоздушную смесь, иногда устраивают приточный затвор 13 для впуска воздуха в камеру во время охлаждения. Увеличивая или уменьшая отбор паровоздушной смеси через канал 10 изменяют темп охлаждения продукции.

Ямная камера работает по циклу порядка 12 - 15 часов. Он включает в себя время на загрузку, на разогрев изделий, на изотермическую выдержку и охлаждение, а так же на выгрузку материала.

## 6.2 Исходные данные

Вид изделия – Виброгидропрессованная железобетонная преднапряженная труба;

Данные для расчета

Геометрические параметры изделия:

- длина  $l_{\phi} = 5$  м;
- диаметр (ширина)  $b_{\phi} = 0,800$  м;
- высота  $h_{\phi} = 2,5$  м;

Масса изделия (ТН800)  $G_{и} = 2480$  кг;

Объем бетона в изделии  $V_{б} = 0,99$  м<sup>3</sup> ;

Объем одного изделия  $V_{и} = 9,95$  м<sup>3</sup> ;

Расход арматуры на одно изделие  $G_{а} = 92,7$  кг;

Расход арматуры на 1 м<sup>3</sup> бетона  $G_{аб} = 64,7$  кг

В/Ц = 2,6;

Класс бетона: В40

Толщина стенки трубы: 65 мм

Класс цемента: ЦЕМ I 42,5 Н

Масса бетона в изделии  $G_{б} = 2298$  кг;

Плотность бетонной смеси:

$$\rho = G_{ц} + G_{п} + G_{щ} + G_{в} + G_{д} \quad (39)$$

$$\rho = 350 + 752 + 1095 + 150 + 12,8 = 2357,8 \text{ кг/м}^3$$

Расход материалов на 1 м<sup>3</sup> бетонной смеси:

- Цемент 350 кг
- Песок 752 кг
- Щебень 1095 кг
- Вода 150 кг
- Сухая добавка СП – 12,8 кг

Вес сухих веществ на 1 м<sup>3</sup>  $G_{сб} = 2209,8$  , кг

Вес сухих веществ на изделие:

$$G_{с1} = G_{сб} * V_{б} \quad (40)$$



$$G_{c1} = 2209,8 * 0,99 = 2187,7 \text{ кг}$$

$\alpha_1$  – степень гидратации, для ПЦ  $\alpha_1 = 0,17$

Масса формы  $G_{\phi} = 85 \text{ кг}$ ;

Геометрические размеры формы:

– длина  $l_{\phi} = 0,920 \text{ м}$ ;

– ширина  $b_{\phi} = 0,920 \text{ м}$ ;

– высота  $h_{\phi} = 6 \text{ м}$ ;

Температура загружаемых изделий  $t_0 = 20 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ;

Температура окружающей среды  $t_{oc} = 20 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ;

Температура изотермической выдержки  $t_{из} = 90 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ;

Температура изделий при выгрузке из формы  $t_{ох} = 90 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ;

Удельная теплоемкость бетона  $c_{б} = 0,84 \text{ кДж/кг}\cdot^{\circ}\text{C}$ ;

Коэффициенты:

– теплопроводности бетона  $\lambda_{б} = 1,56 \text{ Вт/м}\cdot\text{град}$ ;

– температуропроводность бетона  $\alpha_{б} = 27,9 \text{ Вт/м}^2\cdot\text{град}$ ;

Прочность бетона после ТВО  $R_{тво} = 27,5$

МПа.

### 6.3. Материальный баланс камеры

Поступает в камеру:

– Сухие вещества поступающие в камеру:

$$G_c = V_{\text{бк}} * G_{c1} \quad (41)$$

$$G_c = 0,99 * 2187,7 = 2165,8 \text{ кг}$$

где  $V_{\text{бк}}$  – суммарный объем бетона изделий, входящих в камеру:

$$V_{\text{бк}} = N_1 * V_{\text{б}} \quad (42)$$

$$V_{\text{бк}} = 1 * 0,99 = 0,99 \text{ м}^3$$

где  $N_1$  – число изделий, уложенных в камеру, шт.;

Количество воды, вступившее в реакцию с вяжущим:

$$G_{\text{вс}} = G_{\text{в}} * \alpha_1 \quad (43)$$

$$G_{\text{вс}} = 150 * 0,17 = 25,5 \text{ кг}$$

– Расчет воды поступающей в камеру

$$G_w = V_{\text{бк}} * G_B = 0,99 * 150 = 148,5 \text{ , кг}$$

– Металла форм:

$$G_M = N_2 * G_{\text{Ф}} \quad (44)$$

$$G_M = 1 * 85 = 85 \text{ кг}$$

где  $N_2$  – количество форм, загружаемых в камеру, шт.;

– Арматуры и закладных деталей:

$$G_{\text{ар}} = G_{\text{аб}} * V_{\text{бк}} \quad (45)$$

$$G_{\text{ар}} = 64,7 * 0,99 = 64,05 \text{ кг}$$

Выгружается из камеры:

– сухого бетона:

$$G_{\text{бo}} = G_c + G_{\text{вг}} \quad (46)$$

$$G_{\text{бo}} = 2165,8 + 25,24 = 2191,04 \text{ кг}$$

где  $G_{\text{вг}}$  – вода, перешедшая в гидратную влагу, кг:

$$G_{\text{вг}} = G_{\text{вс}} * V_{\text{бк}} \quad (47)$$

$$G_{\text{вг}} = 25,5 * 0,99 = 25,24 \text{ кг}$$

– остаточная влага изделий:

$$G_{\text{вост}} = G_w - G_{\text{вг}} - G_{\text{ви}} \quad (48)$$

$$G_{\text{вост}} = 148,5 - 25,24 - 44,5 = 78,76 \text{ кг}$$

где  $\alpha_2$  – процент испарившейся влаги за период,  $\alpha_2 = 30\%$ ;

Испарившаяся вода:

$$G_{\text{ви}} = G_w * \frac{\alpha_2}{100} \quad (49)$$

$$G_{\text{ви}} = 148,5 * \frac{30}{100} = 44,5 \text{ кг}$$

#### 6.4 Теплотехнический расчет камеры

Расчет температуры проводится для определения максимально возможной скорости нагрева (или охлаждения) изделия, определения фактических температур изделия.

Расчет проводится с помощью критериальных уравнений нестационарного теплообмена для периодов подъема температуры и

изотермической выдержки. Поскольку температура в термоформе постоянная, расчет будет производиться за период изотермической выдержки.

При расчете температуры материала в точке изделия с координатой (x) при его нагреве используют критериальные уравнения нестационарного теплообмена.

Критерий Био:

$$\theta = \frac{(t_c - t)}{(t_c - t_H)} = f \left( F_o, Bi, \frac{x}{R} \right) \quad (50)$$

где  $\theta$  – безразмерная температура;  $t_c$  – температура среды в данное время;  $t$  – температура материала в точке с координатой  $x$ ;

$t_H$  – начальная температура тела;  $F_o$ ,  $Bi$  – временной критерий Фурье, критерий Био;

$R$  – характерный для теплообмена размер ( $R = 0,5 \text{ h} = 0,5 * 0,05 = 0,025$  м);

Критерий Фурье:

$$F_o = \frac{\alpha * \tau}{R^2} \quad (51)$$

$$F_o = \frac{0,0006 * 7}{0,025^2} = 6,72$$

где  $\tau$  – время изотермической выдержки,  $\tau = 7$  ч;  $\alpha$  – коэффициент температуропроводности. Коэффициент температуропроводности, учитывающий скорость нагрева материала при прочих равных условиях, определяется:

$$\alpha = \frac{\lambda}{c * \rho} \quad (52)$$

$$\alpha = \frac{1,56}{0,99 * 2357,8} = 0,0006$$

где  $\lambda$  – теплопроводность материала, Вт/м<sup>2</sup> · град;  $c$  – теплоемкость материала, Дж/кг · град;  $\rho$  – плотность материала, кг/м<sup>3</sup>.

Критерий Био:

$$Bi = \frac{\alpha * R}{\lambda} \quad (53)$$

$$B_i = \frac{27,9 * 0,025}{1,56} = 0,4$$

где  $a$  – коэффициент теплоотдачи,  $a = 27,9 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{град}$

Безразмерные температуры в центре и на поверхности изделия определяются в зависимости от критериев Био и Фурье по графическим зависимостям, представленным в методическом указании:

$$- \theta_{\text{ц}} = 0,85;$$

$$- \theta_{\text{п}} = 0,6.$$

Температура поверхности к концу периода:

$$t_n = t_o - \theta_{\text{п}}(t_o - t_{\text{oc}}) \quad (54)$$

$$t_n = 75 - 0,6(75 - 20) = 42^\circ\text{C}.$$

где  $t_o$  – средняя по времени температура среды за период,  $t_o = 75^\circ\text{C}$ .

Температура центра изделия в конце периода:

$$t_{\text{ц}} = t_o - \theta_{\text{ц}}(t_o - t_{\text{oc}}) \quad (55)$$

$$t_{\text{ц}} = 75 - 0,85(75 - 20) = 28,25^\circ\text{C}$$

Средняя температура изделия в конце периода:

$$t_c = 0,67 \cdot t_{\text{ц}} + 0,33 \cdot t_n \quad (56)$$

$$t_c = 18,9 + 13,86 = 32,8^\circ\text{C}$$

Фактическая средняя температура изделия:

$$t_{\text{ф}} = t_c \quad (57)$$

$$t_c = 32,8^\circ\text{C}$$

## 6.5. Приход тепла

Теплосодержание сухой части бетонной смеси

$$Q_{1-1} = G_c * c_{\text{б}} * t_{\text{ф}} \quad (58)$$

$$Q_{1-1} = 2165,8 * 0,84 * 32,8 = 59672,12, \text{кДж}$$

Теплосодержание влаги в бетонной смеси

$$Q_{1-2} = G_w * c_w * t_{\text{ф}} \quad (59)$$

$$Q_{1-2} = 148,5 * 4,19 * 32,8 = 20408,65 \text{кДж}$$

где  $c_w$  – теплоемкость воды,  $c_w = 4,19 \text{ кДж/кг} \cdot \text{град}$ .

Теплосодержание арматуры и закладных деталей:

$$Q_{1-3} = G_a * c_a * t_6 \quad (60)$$

$$Q_{1-3} = 92,7 * 0,48 * 32,8 = 1459,47 \text{ кДж}$$

где  $c_a$  – теплоемкость стали,  $c_a = 0,48 \text{ кДж/кг} \cdot \text{град}$ .

Теплосодержание формы

$$Q_{1-4} = G_M * c_a * t_{из} \quad (61)$$

$$Q_{1-4} = 85 * 0,48 * 90 = 3672 \text{ кДж}$$

Тепло материалов ограждений:

$$Q_{1-5} = \sum V_{iогр} * \rho_{iогр} * c_{iогр} * t_{iогр} \quad (62)$$

где  $V_{iогр}$  – объем  $i$  – го слоя материала ограждения, м<sup>3</sup> ;  $\rho_{iогр}$  – плотность  $i$  – го материала, кг/м<sup>3</sup> ;  $c_{iогр}$  – удельная теплоемкость  $i$  – го материала, кДж/кг · град;  $t_{iогр}$  – средняя температура  $i$  – го слоя материала, °С.

Необходимо найти температуру для каждого слоя стенки и крышки формы.

$$Q_{1-5} = V_{стеда} * \rho_{стеда} * c_{стеда} * t_{стеда} + V_{чехла(бок)} * \rho_{чехла(бок)} * c_{чехла(бок)} * t_{чехла(бок)} + V_{чехла(верх)} * \rho_{чехла(верх)} * c_{чехла(верх)} * t_{чехла(верх)} \quad (63)$$

$$Q_{1-5} = 9,95 * 2357,8 * 0,48 * 20 + 0,99 * 500 * 0,48 * 20 + 0,99 * 500 * 0,99 * 20 = 225217,06 + 4752 + 9801 = 239770,06 \text{ кДж}$$

6.6. Расход тепла:

$$Q_p = 59672,12 + 20408,65 + 1459,47 + 3672 + 239770,06 = 324982,3 \text{ кДж}$$

На нагрев сухих материалов

$$Q_{2-1} = Q_{1-1} = 59672,12 \text{ кДж} \quad (64)$$

На нагрев воды в бетонной смеси

$$Q_{2-2} = (G_w - G_{ви} - G_{вг}) * c_w * t_6 \quad (65)$$

$$Q_{2-2} = (148,5 - 44,5 - 25,24) * 4,19 * 32,8 = 10824,14 \text{ кДж}$$

На нагрев арматуры и закладных деталей

$$Q_{2-3} = Q_{1-3} = 1459,47 \text{ кДж} \quad (66)$$

На нагрев форм

$$Q_{2-4} = Q_{1-4} = 3672 \text{ кДж} \quad (67)$$

На нагрев материалов ограждений

$$Q_{2-5} = Q_{1-5} = 239770,06 \text{ , кДж} \quad (68)$$

Потери тепла в окружающую среду через стенки камеры

$$Q_{2-6} = 3,6 * k * F_H * D_n * (t_{ct} - t_{oc}) \quad (69)$$

$$Q_{2-6} = 3,6 * 0,095 * 46,5 * 7 * (20 - 20) = 0$$

где  $D_n$  – время изотермической выдержки, ч;  $F_H$  – площадь стенки формы, м<sup>2</sup> ;  $t_{ct}$  – температура наружной поверхности стенки, °С;  $k$  – коэффициент теплопередачи, Вт/м<sup>2</sup> · град.

$$k = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \sum \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_2}} \quad (70)$$

$$k = \frac{1}{\frac{1}{0,17} + \frac{0,055}{0,042} + \frac{2 * 0,0025}{56} + \frac{1}{0,3}} = 0,095, \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{град}$$

Потери тепла через крышку формы:

$$Q_{2-7} = 3,6 * k * F_{кр} * D_H * (t_{кр} - t_{oc}) \quad (71)$$

$$Q_{2-7} = 3,6 * 0,095 * 0,14 * 7 * (75 - 20) = 69 \text{ кДж}$$

где  $F_{кр}$  – площадь крышки, м<sup>2</sup> ;  $t_{кр}$  – температура внутренней поверхности крышки, °С

Потери тепла на испарение части воды затворения:

$$Q_{2-8} = G_{ви} * (r + c_B * t_6) \quad (72)$$

$$Q_{2-8} = 44,5 * (1005 + 2,45 * 32,8) = 48298,52 \text{ кДж}$$

где  $r$  – скрытая теплота парообразования, кДж/кг;  $c_B$  – теплоемкость воздуха, кДж/кг · град.

Сумма расходных статей:

$$Q_p = Q(2 - 1) + Q(2 - 2) + Q(2 - 3) + Q(2 - 4) + Q(2 - 5) + Q(2 - 6) + Q(2 - 7) + Q(2 - 8) \quad (73)$$

$$Q_p = 59672,12 + 10824,14 + 1459,47 + 3672 + 239770,06 + 0 + 69 + 48298,06 = 363765,31$$

$$Q_{п} = Q_p = 324982,3 = 363765,31 \quad (74)$$

$$G1 = \frac{Q_{расх} - Q_{прих}}{I} = \frac{363765,31 - 324982,3}{990} = 39,17 \quad (75)$$

Удельный расход теплоносителя на тепловую обработку:

$$G_{уд} = \frac{G_1}{V_{бк}} \quad (76)$$

$$G_{уд} = \frac{39,17}{0,99} = 39,56$$

Таблица 17 – Тепловой баланс камеры

Обозначение статьи	Наименование	Единица тепла
<b>Приход</b>		
$Q_{1-1}$	Теплосодержание сухой части бетонной смеси, поступившей в зону	59672,12
$Q_{1-2}$	Теплосодержание влаги, содержащейся в бетонной смеси	20408,65
$Q_{1-3}$	Теплосодержание арматуры и закладных деталей изделий, загруженных в камеру	1459,47
$Q_{1-4}$	Теплосодержание форм	3672
$Q_{1-5}$	Тепло материалов ограждений	239770,06
Итого:		324982,84
<b>Расход</b>		
$Q_{2-1}$	На нагрев сухих материалов	59672,12
$Q_{2-2}$	На нагрев воды в бетонной смеси	10824,14
$Q_{2-3}$	На нагрев арматуры и закладных деталей	1459,47
$Q_{2-4}$	На нагрев форм	3672
$Q_{2-5}$	На нагрев материалов ограждений	239770,06
$Q_{2-6}$	Потери тепла в окружающую среду через боковую поверхность чехла	0
$Q_{2-7}$	Потери тепла через верх чехла	69
$Q_{2-8}$	Потери тепла на испарение части воды затворения и нагрев водяных паров	48298,52
Итого:		363765,31

## 7 АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА

Автоматизация технологического процесса – совокупность методов и средств, предназначенная для реализации системы или систем, позволяющих осуществлять управление самим технологическим процессом без непосредственного участия человека, либо оставления за человеком права принятия наиболее ответственных решений.

Основа автоматизации технологических процессов – это перераспределение материальных, энергетических и информационных потоков в соответствии с принятым критерием управления (оптимальности).

### 7.1. Описание процесса автоматизации

Одним из производственных процессов, которые необходимо автоматизировать, является тепловлажностная обработка. Эффективность автоматизации тепловой обработки во многом определяется выбором регулируемого параметра, характеризующего ход процесса ускоренного твердения бетона. Большинство существующих систем автоматического контроля и управления процессами тепловой обработки железобетонных изделий предназначено для регулирования процесса твердения (а также его контроля) по температуре греющей среды в объеме тепловой установки. Практически автоматизация процесса тепловлажностной обработки изделий для установок периодического действия сводится к автоматическому программному регулированию температуры той или иной среды.

Интенсификация изготовления и качество строительных материалов и изделий во многом зависят от методов управления и средств автоматизации тепловых процессов. Наиболее энергоемким и распространенным в строительной индустрии является метод тепловлажностной обработки изделий в паровоздушной среде в камерах непрерывного и циклического (периодического) действий.

Как известно, температурный фактор наряду с интенсификацией твердения вызывает деструктивные явления. При тепловой обработке необходимо обеспечить условия, в которых появление внутреннего давления с



увеличением жидкой и газообразной фаз не разрушает структуру твердеющего бетона, а энергетические и временные затраты минимальны.

Направления повышения эффективности завершающей стадии обработки изделий:

1) поиск и реализация оптимальных режимов тепловлажностной обработки изделий;

2) использование механических воздействий в критических точках процесса тепловлажностной обработки;

3) применение добавок — регуляторов свойств и структуры бетона.

На предприятии ООО «ЧЕЛСИ», тепловлажностная обработка железобетонных напорных труб происходит в пропарочной камере.

В пропарочной камере установлен датчик температуры TE1(термосопротивление). Регулирование температуры осуществляется регулятором TIC2. В камере идет непрерывный контроль влажности через датчик ME3. Слив конденсата осуществляется снизу, клапан GE5(электромагнитный). Открытие и закрытие с помощью электромагнитного клапана. Подача пара с низу. На магистрали установлен винтель приводимый в действие шаговым двигателем M1. Расход пара контролируется датчиком FE4. На экране микро ЭВМ выводятся показания расход пара, температура и режим нагрева, обозначено как регулятор TIC2. Закрытие и открытие крышки осуществляется краном. Поставили датчики температуры , влажности и расхода пара.

Предприятие полностью автоматизировано. Функциональная схема автоматизации представлена на рисунке 17

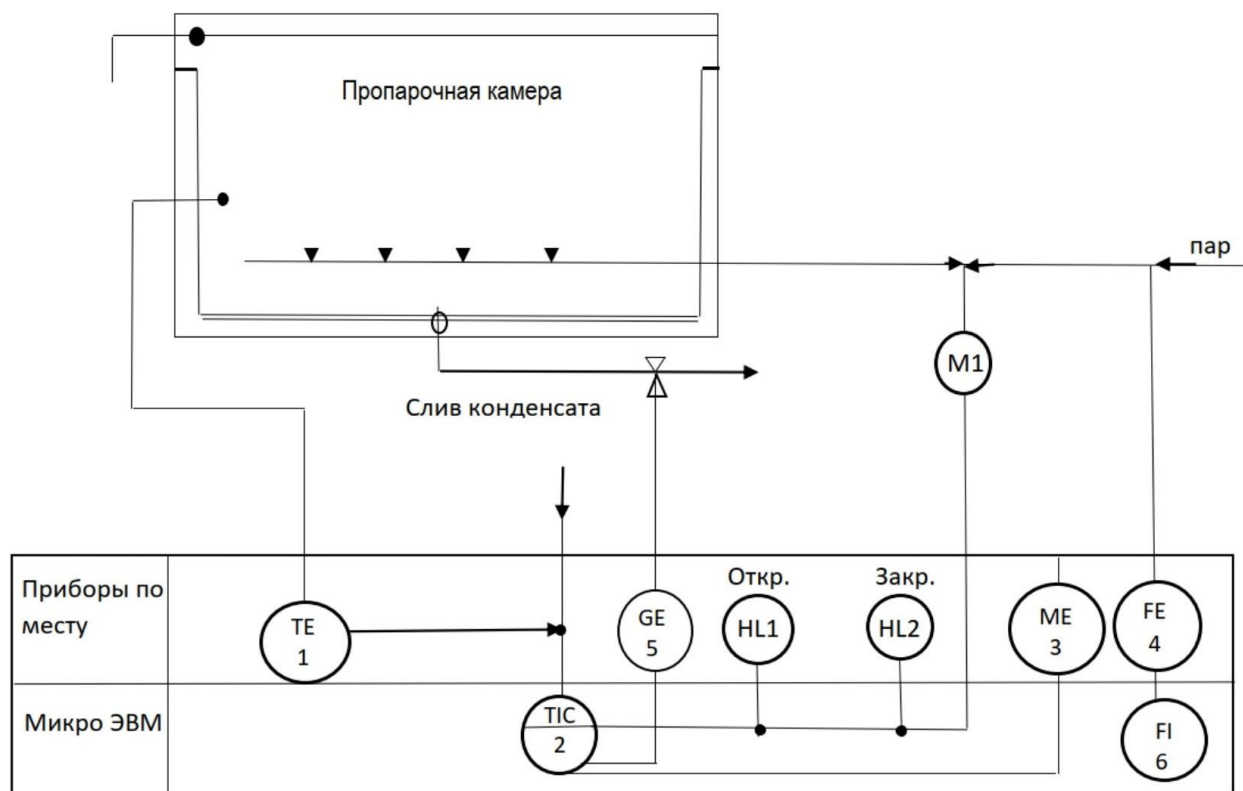


Рисунок 16 – Функциональная схема автоматизации пропарочной камеры  
 Спецификация представлена в таблице 17.

Таблица 18 Спецификация автоматизации пропарочной камеры

№	Приборы и средства автоматизации	Обозначение
1.	TE	датчик t (термосопротивление)
2.	TIC	регулятор температуры
3.	ME	датчик контроля влажности
4.	FE	датчик расход пара
5.	GE	клапан (электромагнитный)
6.	FI	датчик измерения расхода пара
7.	HL1	лампочка 1
8.	HL2	лампочка 2
9.	M	шаговый двигатель

Объектами автоматизации являются перфорированный трубопровод, уложенный вдоль стенок камеры, в который подается пар из общей

магистрала, а также вентиляционная установка с управляющимися заслонками для удаления паровоздушной смеси из камеры и подачи холодного воздуха в камеру для охлаждения обрабатываемых железобетонных изделий.

В настоящее время на предприятиях и заводах строительной индустрии в качестве приборов контроля и регулирования применяют такие программные регуляторы, как ПРЗ, ПРТЭ, ЭРП-61, РПИБ и др., позволяющие с достаточной точностью выдерживать заданные режимы тепловой процесса. Эти регуляторы основаны на двухпозиционном регулировании. Камеры, где происходит тепловая обработка, вместе с запариваемыми изделиями представляют собой объект регулирования с большой инерцией. На рис приведена принципиальная схема автоматизации тепловой процесса, осуществляемого в камере ямного типа. Для контроля и автоматического регулирования температуры применяют программный автоматический регулятор ЭРП-61.

Датчик температуры находится в камере. Подъем температуры в ямной камере осуществляется подачей пара через парораспределительную трубу, расположенную в нижней части камеры, с помощью исполнительного механизма ИИМ типа ИМ-2/120. Пар, прежде чем попасть в камеру, проходит по распределительному паропроводу через диафрагму расходомера Дн с конденсационным сосудом и регулятор давления прямого действия. Давление пара в магистральном паропроводе контролируется контактными манометром, который дает сигналы: норма, выше, ниже.

Таким образом, данное от всех камер ТВО сводятся на одну микро ЭВМ, что позволяет снизить трудоемкость тепловой обработки до одного человека.

## 8 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

### 8.1 Анализ вредных производственных факторов

Охрана труда – это свод законодательных актов и правил, соответствующих им гигиенических, организационных, технических, и социально – экономических мероприятий, обеспечивающих безопасность, сохранение здоровья и работоспособность человека в процессе труда (ГОСТ 12.0.002).

Техника безопасности – это комплекс технических и организационных мероприятий, направленных на обеспечение безопасных условий труда, прежде всего, путем предупреждения и устранения причин несчастных случаев. В состав таких мероприятий могут входить: разработка правил безопасного ведения работ, ограждение вращающихся частей машин и механизмов, защитное заземление электроустановок, изучение рабочими правил техники безопасности.

Заводы сборного железобетона относятся к числу предприятий, на которых санитарно – гигиенические условия труда и техника безопасности являются не только важнейшими критериями для повышения производительности труда, они обеспечивают сохранение здоровья каждого работающего на предприятии. Вопросы обеспечения нормальных санитарно – гигиенических условий труда на предприятиях сборного железобетона закладываются ещё при проектировании завода и должны строго соблюдаться при его эксплуатации.

Основными вредными факторами в производстве железобетонных изделий являются шум, вибрация, неблагоприятный микроклимат и производственная пыль, а также такие ингредиенты, как газы, пар, которые еще больше усугубляют вредное воздействие пыли на организм. Для пыли заводов железобетонных изделий характерна высокая дисперсность частиц (70 – 97,5% пылевых частиц имеют размер до 5 мкм), а также высокое содержание диоксида кремния (от 20 до 70%).

Таким образом, для обеспечения безопасных и нормальных санитарно – гигиенических условий труда необходимо строго руководствоваться правилами техники безопасности и производственной санитарии, действующими на каждом заводе.

При эксплуатации тепловых установок в цехе обязательно должны быть вывешены на видном месте инструкции по правилам эксплуатации установок и охране труда. Весь обслуживающий персонал тепловых установок допускается к работе только после изучения, а также после обязательного документального оформления проверки его знаний.

ГОСТ 12.1.005 – 88 «Воздух рабочей зоны. Общие санитарно – гигиенические требования» устанавливает предельно допустимые концентрации вредных веществ в воздухе рабочей зоны. Требования к машинам определяются как специфическими технологическими факторами качеством, производительностью), так и требованиями безопасности и создания наиболее благоприятных условий труда.

Стандартом установлена подвижность воздуха для летнего и зимнего периодов года. Согласно нормам заложены следующие нормы микроклимата: категория работ:

- средней тяжести Па; температура воздуха: для холодного и переходного периодов 18 – 20°C; для тёплого – 21 – 23 °C;
- относительная влажность – 40 – 60 %;
- скорость движения воздуха – не более 0,2 м/с для холодного и не более 0,3 м/с для тёплого периодов.

Источником возникновения шума является технологический процесс. В цехе стоит оборудование, позиционного и проходного типа от которого исходит гул, при взаимодействии режущего инструмента и детали. Источниками шума являются работа погрузчика, смесительная установка, вибраторы и т.д.

При изготовлении бетонной смеси наблюдается повышенное выделение пыли на рабочих местах в помещениях бетоносмесительных узлов. Пыль

выделяется при подаче песчаного заполнителя ленточным транспортом и пневмотранспорте цемента из складов в бункера, дозировке этих компонентов в бетоносмесители и при их смешивании.

Вредные химические вещества выделяются при использовании синтетических веществ в виде добавок в бетон и смазок форм.

В формовочном цехе пыль выделяется на участке расформовки изделий. Частицы пыли размером 10 – 30 мкм имеют неправильную овальную форму. Концентрация пыли на участке формовки изделий превышает санитарные нормы в 1,5 – 3,0 раза из – за неэффективной работы общеобменной вентиляции, отсутствия местных отсосов и пылевакуумной уборки. Кроме того, через неплотности камер и арматуры, а также при разгрузке камер наблюдается повышенное выделение пара, который как в летнее, так и зимнее время оказывает отрицательное воздействие на здоровье работающих, а также на конструкции здания.

Все работы, связанные с производством сборного железобетона, должны соответствовать требованиям СНиП 12 – 03 – 99. Способы безопасного производства погрузо – разгрузочных работ и складских операций должны соответствовать требованиям ГОСТ 12.3.099.

1. Производство виброгидропрессованных труб осуществляется по агрегатно – поточной технологии, связанной с работой машин, механизмов и других устройств. Работа людей осуществляется в зоне действия мостовых кранов;

2. В соответствии с —Правилами техники безопасности и производственной санитарии в промышленности строительных материалов‖ и СНиП 111 – 4 – 80 к самостоятельной работе с оборудованием по производству сборных железобетонных изделий допускаются лица не моложе 18 лет, прошедшие медицинское освидетельствование, обученные правилам эксплуатации оборудования и имеющие удостоверение о сдаче экзамена по технике безопасности;

3. Все электрооборудование и пульты управления на технологической линии должны быть заземлены в соответствии с «Правилами эксплуатации электроустановок»;

4. Все операции производственного процесса должны осуществляться в строгой технологической последовательности;

5. До начала работы должна быть проверена исправность, техническое состояние оборудования, инструмента и грузозахватных приспособлений (траверс, строп);

6. Работы на установках должны выполняться при строгом соблюдении инструкций по технике безопасности;

7. Должна быть исключена самопроизвольная распалубка установки в процессе формования и термообработки изделий;

8. Рабочие площадки должны быть изолированы от ямных камер;

9. Настилы площадки и ступени лестницы должны изготавливаться из рифленой стали;

10. Грузовые потоки должны осуществляться по технологической схеме;

11. Все подъемно – транспортные механизмы, грузозахватные приспособления и тара должны быть своевременно испытаны и иметь соответствующие бирки с обозначением номера, даты испытания и грузоподъемности;

12. На все машины и механизмы должны быть инструкции по безопасной их эксплуатации;

13. Рабочие места должны быть освещены согласно нормам освещения;

14. Ремонт машин, механизмов и технологического оборудования должен производиться специальным персоналом;

15. Уровень вибрации на рабочих местах обслуживания установки не должен превышать допустимых величин, установленных в СН 245 – 71 «Санитарные нормы проектирования промышленных предприятий».

## 8.2 Мероприятия защиты

Мероприятия по снижению шума:

- а) Установка кожухов;
- б) Установить звукоизолирующие преграды, стены, перегородки, перекрытия;
- в) использовать индивидуальные средства защиты: беруши, наушники и т.д.;
- г) создание шумозащищенных зон в различных местах нахождения человека;
- д) оснащение шумных машин средствами дистанционного управления и автоматического контроля.

Для безопасного обслуживания электроустановок в заводских условиях обеспечивается поддержанием требуемого состояния изоляции, соблюдение соответствующих безопасных разрывов до токоведущих частей, выполнение корпусов электрооборудования из изоляционных материалов, применение защитных ограждений, заземление корпусов электрооборудования и элементов электроустановок, которые могут оказаться под напряжением, применение устройств надёжного и быстродействующего автоматического отключения электрооборудования или повреждённых участков электрической сети. Для исключения поражений электрическим током все электроприводы, распределительные устройства системы электроснабжения выполнены в соответствии с требованиями и правилами устройства электроустановок.

Наиболее распространенные электротравмы – электрические ожоги. Они составляют 60–65 %, причем около 1/3 их сопровождаются другими электротравмами.

Мероприятия по снижению цементной пыли:

- а) местный отсос воздуха от оборудования, оборудованного пылеприемниками;
- б) системы проточно – вытяжной вентиляции с очисткой запыленного воздуха перед выбросом его в атмосферу;



- в) применение пылеотсасывающего оборудования;
- г) использование индивидуальных средств защиты (респиратор ШБ –

1).

#### Мероприятия защиты в чрезвычайных и аварийных ситуациях

Нормативной базой в области ЧС являются: – Федеральный закон «О защите населения и территории от ЧС природного и техногенного характера» № 68 – ФЗ от 21.12.1994г.;

- Федеральный закон «О гражданской обороне» № 28 – ФЗ от 12.02.1998г.;

- Федеральный закон «О пожарной безопасности» № 69 – ФЗ от 18.11.1994г.;

- Требования ИСО/ТУ 16949;

На основании всех выше перечисленных нормативных документов было составлено положение «Действия в случае возникновения чрезвычайных ситуаций».

#### Мероприятия по обеспечению пожарной безопасности

Система обеспечения пожарной безопасности зданий и сооружений основана на положениях ГОСТ 12.1.004 – 91 «Пожарная безопасность. Общие требования» и включает в себя:

- выполнение ограждающих конструкций противопожарными 1 – го типа;

- деление зданий на пожарные отсеки;

- устройство необходимого количества эвакуационных выходов, обеспечивающих безопасную эвакуацию людей при пожаре;

- устройство противопожарных преград между помещениями с целью ограничения развития пожара в любом месте внутри зданий;

- устройство системы противодымной защиты, обеспечивающей незадымление и удаление продуктов горения на путях эвакуации;

- использование современных систем обнаружения пожара, систем оповещения и управления эвакуацией.

Структурная схема взаимодействия систем противопожарной безопасности (ППБ) представлена в графической части бакалаврской работы. Противопожарные расстояния между зданиями и сооружениями ЗАО «Гольяттинский завод ЖБИ» отвечают требованиям СНиП 2.07.01 – 89\*.

Доступ пожарных с автолестниц или коленчатых подъемников обеспечивается в любые помещения здания, расположенные у наружных стен, непосредственно либо через смежные помещения и на кровлю здания вдоль проездов.

Противопожарные мероприятия:

1. Рабочие должны соблюдать противопожарный режим. Для изучения должны быть отведены специально оборудованные места;
2. В цехе должны быть установлены первичные средства пожаротушения: бочки с водой, ящики с песком, огнетушители;
3. По окончании работы силовые электротехнические и вентиляционные установки, радиаторы парового отопления периодически очищать от пыли;
4. Все поступающие на работу должны пройти инструктаж по правилам противопожарной безопасности.

## 9 ТЕХНИКО – ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ

Технико – экономические расчеты для оценки эффективности принятых в проекте технологических решений выполняются в ценах 1985 года.

При экономической оценке проектных решений определяется заводская себестоимость продукции, которая складывается из стоимости материалов и себестоимости их переработки с учетом затрат на амортизацию здания, спецсооружений и оборудования. Себестоимость 1 м<sup>3</sup> изделий подсчитывается:

$$C_H = C_B + \Sigma C_{CT} + \Sigma C_A + C_Y + C_F + C_O + C_{П} + C_{Э} + C_{об} + Z + Ц + O, \quad (77)$$

где  $C_B$  – себестоимость 1 м<sup>3</sup> бетонной смеси класса В40

$$\Sigma C_B = K_B * C_B \quad (78)$$

$K_B$  – коэффициент расхода бетонной смеси, учитывающий вытеснение части бетона арматурой, потери и отходы бетонной смеси в процессе укладки,  $K_B = 1,009$ ;

$C_B$  – себестоимость 1 м<sup>3</sup> бетонной смеси класса В40 – 28,77 руб. за м<sup>3</sup>

$$\Sigma C_B = 1,009 * 28,77 = 29,02 \text{ руб}$$

$\Sigma C_{CT}$  – суммарная цена всех видов арматурной стали, расходуемой на 1 м<sup>3</sup> ;

Сначала дадим оценку технико – экономических показателей моего проектируемого предприятия до предложенной реконструкции.

$$\Sigma C_{CT} = \frac{\Sigma (V_{CT} * K_{CT} * C_{CT})}{1000 * V_B} \quad (79)$$

Где  $V_{CT}$  – вес стали, необходимой для изготовления одного изделия  $K_{CT}$  – коэффициент расхода стали. Для стержневой арматуры класса Вр – II и В – II  $K_{CT} = 1,04$ , а для стали  $K_{CT} = 1,035$

$V_B$  – объем бетона в изделии

$$\begin{aligned} \Sigma C_{CT} &= \frac{16 * 1,04 * 329 + 66,3 * 1,04 * 329 + 10,4 * 1,035 * 0,130}{1000 * 0,99} \\ &= \frac{5474,56 + 22685,208 + 1,4}{990} = 28,44 \text{ руб} \end{aligned}$$

При производстве труб способом виброгидропрессования используются стержни продольной арматуры класса Вр – II и диаметром 5 миллиметров в количестве 16,0 кг, которые стоят 329 рублей за 1 тонну. Также совместно с ней изготавливается спиральный каркас из арматурных стержней класса В – II диаметром 4 мм, себестоимость которых составляет тоже 329 рублей на 1 тонну стали. Вес такого каркаса 66,3 кг. Также в изделии применяется ненапрягаемая холоднокатаная лента сечением 20x0,7 мм в количестве 10,4 кг. Её себестоимость составляет 130 рублей за 1 тонну. Тогда себестоимость стали

$\Sigma C_A$  – суммарные затраты на изготовление спирального каркаса

$$\Sigma C_A = \frac{V_K}{V_B} * \frac{C_K}{1000} = \frac{66,3}{0,99} * \frac{103}{1000} = 66,9 * 0,10 = 6,69 \text{ РУБ} \quad (80)$$

Где  $V_K$  – вес спирального каркаса;

$C_K$  – цена 1 т спирального каркаса;

$\Sigma C_H$  – суммарные затраты на изготовление стержневой арматуры;

Где  $V_H$  – вес напрягаемой арматуры;

$C_H$  – цена изготовления арматуры класса Вр – II;

$$\Sigma C_H = \frac{V_H}{V_B} * \frac{C_H}{1000} = \frac{16}{0,99} * \frac{309}{1000} = 4,9 \text{ руб} \quad (81)$$

$C_d$  – 1,2 руб.

$C_y$  – 0,1 руб.

$C_{на}$  = 0,15 руб.

$C_f$  – себестоимость формования 1 м<sup>3</sup> изделий (1,9 руб/м<sup>3</sup>).

$C_o$  – затраты на содержание и эксплуатацию форм, на 1 м<sup>3</sup> бетона конструкций (6,5 руб).

$C_p$  – себестоимость пара для ТВО 1 м<sup>3</sup> изделий, руб. (2,5 руб).

$C_{зг}$  – себестоимость (руб) повышения заводской готовности 1 м<sup>3</sup> изделий, затраты на отделку и доводку изделий. В эти расходы входят затраты на укрупнительную сборку. В данном случае укрупнительная сборка отсутствует, значит  $C_{зг} = 0$  руб

$C_э$  – себестоимость электроэнергии, расходуемой на 1 м<sup>3</sup> изделий, руб,

$$C_{\text{э}} = (\text{Э} + \text{Э}_1 + \text{Э}_2) * \text{Ц}_{\text{э}} \quad (82)$$

$$\text{Э} = \frac{0,3 * F * h * \text{Вр}}{P} \quad (83)$$

$$\text{Э} = \frac{0,3 * 145,5 * 24 * 246}{24973,9} = 10,3 \text{ кВт} * \text{ч} / \text{м}^3$$

Удельный расход силовой электроэнергии Э (кВт\*ч/м<sup>3</sup>) определяют исходя из суммарной мощности токоприемников, имеющих на технологической линии, и количества часов работы линии в год

где F – суммарная мощность токоприемников (кВт);

h – число рабочих часов в сутки;

Вр – число рабочих суток в году;

P – годовая производительность предприятия, м<sup>3</sup>.

Удельный расход электроэнергии для нагрева арматуры при электротермическом напряжении,

$$\text{Э}_1 = 0 \text{ кВт} * \text{ч} / \text{м}^3 ;$$

Удельный расход электроэнергии (Э<sub>2</sub>) на электротермообработку изделий из тяжелого бетона не осуществляется Э<sub>2</sub>=0 кВт\*ч/м<sup>3</sup> ;

Ц<sub>э</sub> – стоимость электроэнергии (Ц<sub>э</sub> = 0,025 руб за 1 кВт\*ч);

$$C_{\text{э}} = 10,3 * 0,025 = 0,25 \text{ руб}$$

Соб – расходы на содержание и эксплуатацию оборудования, руб.;

$$C_{\text{ОБ}} = 3,2 * \frac{\sum A_{\text{ОБ}}}{P} = 3,2 * \frac{21056}{24973,9} = 2,56 \text{ руб} \quad (84)$$

где ∑A<sub>об</sub> транспортного оборудования. Расчет амортизационных отчислений проводится в табличной форме:

Таблица 19 – Амортизационные отчисления

Наименование оборудования	Число машин	стоимость		Норма амортизационных отчислений	
		1 шт	общая	%	руб
1. формы	10	1000	10000	14,5	1450
2. Пневматический шабер	2	2325	4650	10,5	488,25
3. Распылитель смазки	1	–	2350	7	164,5
4. бетоноукладчик	1	–	19000	20	3800
5. Станок для правки и резки арматуры	1	–	14500	15	2175
6. Оборудование для сварки арматурных каркасов	1	–	35000	20	7000
7. пневматический гайковерт	2	1225	2450	8,5	208,25
8. Брезентовый чехол	10	550	5500	10	550
9. Автопогрузчик с круглыми захватками	1	–	52200	10	5220
Итого:			145650		21056

$\Pi$  – удельные цеховые расходы на 1 м<sup>3</sup> для формовочного цеха

$$\Pi = \frac{D_{\Pi} + 3,5A_{зд} + 1,25 \sum A_{СС}}{P} + 0,2 * Z \quad (85)$$

где  $D_{\Pi}$  – годовой фонд заработной платы цехового персонала,  $D_{\Pi} = 6100$  руб.;

$A_{зд}$  – сумма отчислений на амортизацию склада готовой продукции,  $A_{зд} = 1300$  руб.;

$\sum A_{CC}$  – сумма отчислений на амортизацию спец. сооружений  $\sum A_{CC} = 0$  руб.;

Z – полная заработная плата рабочих на 1 м<sup>3</sup> изделий (0,5 руб);

$$Ц = \frac{6100 + 3,5 * 1300 + 1,25 * 0}{24973,9} + 0,2 * 0,5 = 0,43 + 0,1 = 0,53 \text{ руб}$$

O – общезаводские расходы на 1 м<sup>3</sup> продукции:

где P – годовая производительность в тыс. м<sup>3</sup>

$$O = \frac{80}{50+P} + 0,3 * Z \quad (86)$$

$$O = \frac{80}{50 + 24973,9} + 0,3 * 0,5 = 0,003 + 0,15 = 0,15 \text{ РУБ}$$

Тогда себестоимость 1 м<sup>3</sup> изделия будет равна:

$$\begin{aligned} C_H = C_B + \sum ЦСТ + \sum CA + \sum CH + CД + CУ + CНА + CФ + CО + CП + \\ CЗГ + CЭ + CОБ + Z + Ц + O = 29,02 + \\ 28,44 + 6,69 + 4,9 + 1,2 + 0,1 + 0,15 + 1,9 + 6,5 + 2,5 + 0 + 0,25 + 0,5 + 0,53 + 0,15 = 80,33 \text{ РУБ} \end{aligned} \quad (87)$$

Помимо себестоимости изготовления изделий одним из основных критериев оценки проектных решений являются приведенные затраты:

$$П = C_H + 0,15 \sum K \quad (88)$$

где  $\sum K$  – удельные капиталовложения, руб, включают стоимость здания, склада готовой продукции, спецсооружений, технологического и транспортного оборудования, форм, отнесенную к 1 м<sup>3</sup> изделий.

$$\sum K = \frac{18 \cdot 144 \cdot 160 + 660 \cdot 55 + 140000 + 145650}{24973,9} = 29,5$$

$$\sum K = 29,5 \text{ руб}$$

$$П = 80,33 + 0,15 * 29,5 = 84,75 \text{ руб/м}^3$$

Годовая прибыль предприятия:

$$P_p = (Ц_1 - C_H) * P \quad (89)$$

где Ц<sub>1</sub> – цена 1 м<sup>3</sup> железобетонных конструкций, руб.

$$P_p = (100 - 80,33) * 24973,9 = 491236,613 \text{ руб}$$

Срок окупаемости:

$$T = \frac{P \cdot \Sigma K}{Pr} = \frac{24973,9 \cdot 29,5}{491236,613} = 1,5 \text{ года} \quad (90)$$

Так как для рентабельных предприятий срок окупаемости должен быть не более 6,5 лет и в данной работе он составляет 1,5 года. Соответственно данное предприятие можно отнести к рентабельному.

Таблица 20 – Техничко – экономические показатели

Наименование показателей	Ед.изм.	Дипломный проект
Годовой выпуск продукции	м <sup>3</sup>	24973,9
Годовая выработка на одного рабочего	м <sup>3</sup> /чел	2774,9
Себестоимость 1м <sup>3</sup> изделий	руб/м <sup>3</sup>	80,33
Приведенные затраты	руб/м <sup>3</sup>	84,75
Прибыль	руб	491236,613
Срок окупаемости	лет	1,5



## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Во время выполнения выпускной квалификационной работы на тему «Производство напорных железобетонных преднапряженных виброгидропрессованных труб» мною был описан типовой способ производства и предложен вариант по улучшению существующей технологии. Также были описаны конструкция используемого оборудования и даны его технические характеристики.

Произведен расчет внедряемого оборудования, произведён расчет пропарочной камеры для тепловлажностной обработки, описан способ её автоматизации.

Было составлено подробное описание организации производства. С точки зрения технико – экономических показателей, технологической линии посчитана себестоимость 1 м3 изделия и срок окупаемости предприятия.

По данным расчета определил потребность производства в бетонной смеси и материала, который определился в соответствии с программой выпуска железобетонных изделий по установленной производительности.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. ГОСТ 12586.1 – 83. Трубы железобетонные напорные виброгидропрессованные.
2. ГОСТ 6482 – 2011 трубы железобетонные безнапорные
3. ГОСТ 26633 – 91 бетоны тяжелые и мелкозернистые
4. Общесоюзные нормы технологического проектирования предприятий сборного железобетона (ОНТП 07 – 85) – М.: Минстройматериалов, 1986. – 51 с.
5. СНиП 3.09.01 – 85 Производство сборных железобетонных конструкций и изделий / Минстрой России. – М.: ГП ЦПП, 1995. – 44 с.
6. Трофимов Б.Я. Технология бетона, строительных изделий и конструкций. Учебное пособие к практическим занятиям. – Челябинск: Изд. ЮУрГУ, 1998. – 86 с.
7. Пособие по тепловой обработке сборных железобетонных конструкций и изделий (к СНиП 3.09.01 – 85) / ВНИИ Железобетон. – М.: Стройиздат, 1980. – 49 с.
8. Строительные машины. Справочник, т.2. Оборудование для производства строительных материалов и изделий. / под общей ред. М.Н.Горовца. М.; Машино – строение, 1991. – 469 с.
9. Единый тарифно – квалификационный справочник работ и профессий рабочих. – М.: Стройиздат, 1988. – 151 с.
10. Попов, Л.Н., Ипполитов, Е.Н., Афанасьев, В.Ф. Основы технологического проектирования заводов железобетонных изделий. – М.: Высшая школа, 1988. – 312 с.
11. Дайн, А.И., Миронов, А.А., Цыганков, И.И. Примеры расчетов эффективности производства сборного железобетона. – М.: Стройиздат, 1976. – 175 с.
12. Методическое руководство по составлению типовых технологических карт на заводское производство железобетонных изделий. /ВНИПИ труда в строительстве. – М.: Стройиздат, 1983. – 16 с.

13. Правила техники безопасности и производственной санитарии в производстве сборных железобетонных и бетонных конструкций и изделий. – М.: Стройиздат, 1988. – 128 с.

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

15. Строительные машины. Справочник, т.2. Оборудование для производства строительных материалов и изделий. / под общей ред. М.Н. Горовца. М.; Машиностроение, 1991. – 469 с. 24. Машины и оборудование для производства сборного железобетона. Отраслевые каталоги. – М.: Минстройдормаш. – 1983...1991.

16. Справочник инженера технолога предприятий сборного железобетона. / А.П. Волюнец, Н.Г. Дьяченко, В.И. Лошанук. – Киев: Будивельник, 1983. – 224 с.

17. Справочник по технологии сборного железобетона. / Под ред. Б.В. Стефанова. – Киев: Вища школа, 1978. – 256 с.

18. Стефанов Б.В., «Технология бетонных и железобетонных изделий». Киев: Высшая школа, 1972 г.- 343 с.

19. Трофимов, Б.Я. Технология бетона, строительных изделий и конструкций: учебное пособие к практическим занятиям /Б.Я. Трофимов.– Челябинск: Изд. ЮУрГУ, 2002. – 68 с.

20. Цителаури, Г.И. Проектирование предприятий сборного железобетона / Г.И. Цителаури. – М.: Высш. шк., 1986. – 312 с.

21. Чудновский, Д.М. Экономика промышленности сборного железобетона / Д.М. Чудновский. – М.: Стройиздат, 1977. – 348 с.

22. Шихненко, И.В. Краткий справочник инженера-технолога по производству железобетона / И.В. Шихненко. – Киев: Будивельник, 1974. – 253 с

23. Бушуев, С.Д., Михайлов, В.С. Автоматика и автоматизация производственных процессов. С.Д. Бушуев. – М.: Высш. шк.,1990. – 252 с.