



**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт электронного образования

Специальность: 280202.65 «Инженерная защита окружающей среды»

Кафедра: экологии безопасности жизнедеятельностибб

**ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ**

Тема работы
Разработка ресурсосберегающей технологии производства ангидрито-шлаковых каркасно-монолитных модулей помещений.

УДК 658.18:628.4:661.48

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3 - 9601	Хайконенко Ольга Яковлевна		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор каф. ЭБЖ ИНК	Федорчук Ю.М.	д.т.н.		

**КОНСУЛЬТАНТЫ:**

**По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ст. преподаватель кафедры менеджмента	Кузьмина Н.Г.			

**По разделу «Социальная ответственность»**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент каф. ЭБЖ ИНК	Сечин А.А	к.т.н.		

**ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:**

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ЭБЖ ИНК ТПУ	Романенко Сергей Владимирович	д.х.н.		

**Министерство образования и науки Российской Федерации**  
 Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
 высшего образования  
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
 ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт электронного образования  
 Специальность: 280202.65 «Инженерная защита окружающей среды»  
 Кафедра: экологии безопасности жизнедеятельности

УТВЕРЖДАЮ:  
 Зав. кафедрой ЭБЖ  
 С.В. Романенко

\_\_\_\_\_  
 (Подпись)                      (Дата)

**ЗАДАНИЕ**  
**на выполнение выпускной квалификационной работы**

**В форме:**

Дипломного проекта
--------------------

Студенту:

Группа	ФИО
3-9601	Хайконенко Ольга Яковлевна

**Тема работы:**

Разработка ресурсосберегающей технологии производства ангидрито-шлаковых каркасно-монолитных модулей помещений.	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	14.04.2016 №2870/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:	03.06.2016
--	------------

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:**

<p><b>Исходные данные к работе</b>  <i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i></p>	<p>Выполнить проект производства ангидрито-шлаковых каркасно-монолитных модулей помещений с габаритными размерами (6,3 x 3,5 x 2,5 x 0,12) м на основе твердых отходов фтороводородного производства и золошлаковых отходов АО «СХК» при программе использования фторангидрита 1200 тонн в год. Для обеспечения максимальной ресурсо- и энергоэффективности производство должно работать в теплые месяцы года в 1 смену по безотходному принципу (твердые отходы и пыль, в рециклизацию, промывные воды в оборот). Провести укрупненное проектирование производства, технологическая схема которого была ранее разработана на кафедре ЭБЖ ТПУ по утилизации отходов с целью получения каркасно – монолитных модулей помещений.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Разработать план цеха по производству ангидритовых каркасно – монолитных модулей помещений размером (6.3x3.5x2.5x0.12)м.</li> <li>- Рассчитать габаритные размеры оборудования</li> <li>- Подобрать необходимое оборудование</li> <li>- Рассчитать площадь, объем производственных помещений.</li> <li>- Подсчитать экологический эффект.</li> </ul>
---	--

<p><b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b>  <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	
<p><b>Перечень графического материала</b>  <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<p>Технологическая схема производства КММП, план размещения оборудования, план производственных помещений, склада п/фабрикатной и склада готовой продукции.</p>
<p><b>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</b></p>	
<p><b>Раздел</b></p>	<p><b>Консультант</b></p>
<p>Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</p>	<p>Старший преподаватель Кузьмина Наталья Геннадьевна</p>
<p>Социальная ответственность</p>	<p>Кандидат технических наук, доцент Сечин Андрей Александрович</p>

<p><b>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</b></p>	
--	--

**Задание выдал руководитель:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Федорчук Ю.М.	д.т.н.		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3 - 9601	Хайконенко О.Я.		

**Министерство образования и науки Российской Федерации**  
 федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
 высшего образования  
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
 ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт электронного образования  
 Специальность: 280202.65 «Инженерная защита окружающей среды»  
 Кафедра: экологии безопасности жизнедеятельности  
 Уровень образования: специалитет  
 Период выполнения (осенний/весенний семестр 2015/2016 учебного года)

Форма представления работы:

**Дипломного проекта**

**КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН  
 выполнения выпускной квалификационной работы**

Срок сдачи студентом выполненной работы:	03.06.2016
--	------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
10.02.2016	Получение задания	10
17.02.2016	Подбор и изучение литературы для написания проекта	10
19.02.2016	Постановка и оформление цели и задач для написания проекта	10
15.03.2016	Расчет проектной производительности цеха	15
25.03.2016	Расчет габаритных размеров оборудования, подбор оборудования	15
17.04.2016	Проектирование цеха	10
20.05.2016	Оформление проекта	30

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Федорчук Ю.М.	д.т.н.		

**СОГЛАСОВАНО:**

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ЭБЖ ИНК ТПУ	Романенко Сергей Владимирович	д.х.н.		

## ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
3-9601	Хайконенко Ольге Яковлевне

<b>Институт</b>	ИнЭО	<b>Кафедра</b>	ЭБЖ
<b>Уровень образования</b>	специалитет	<b>Направление/специальность</b>	Инженерная защита окружающей среды

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	З.п. инженера З.п. научного руководителя
2. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	Социальные отчисления Районный коэффициент

**Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:**

1. Оценка коммерческого потенциала инженерных решений (ИР)	Экологический ущерб
2. Формирование плана и графика разработки и внедрения ИР	Смета затрат на проект

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
--	--

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ст. преподаватель кафедры менеджмента	Кузьмина Н.Г			

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-9601	Хайконенко О.Я.		

## ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
3 - 9601	Хайконенко Ольге Яковлевне

Тема работы: Разработка ресурсосберегающей технологии производства ангидрито-шлаковых каркасно-монолитных модулей помещений.

<b>Институт</b>	<b>ИнЭО</b>	<b>Кафедра</b>	<b>ЭБЖ</b>
<b>Уровень образования</b>	специалитет	<b>Направление/специальность</b>	Инженерная защита окружающей среды

1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения. Инновационная ресурсосберегающая технология получения каркасно-монолитных модулей помещения, патентовладельцем которой является ТПУ, после внедрения в промышленность, обеспечит уменьшение загрязнения окружающей среды, путем использования фторангидрита и золошлаковых отходов в качестве сырьевых компонентов стенового материала зданий и помещений, причем качество перечисленных строительных изделий соответствует ТУ и ГОСТам для природных материалов, а режимы их возведения способствуют ресурсо- и энергоэффективности получаемой продукции.

### Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

#### 1. Производственная безопасность

1.1. Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности:

- физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой;
- действие фактора на организм человека;
- приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ);
- предлагаемые средства защиты;  
(сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства).

1.2. Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности:

- электробезопасность;
- пожаробезопасность;
- механические опасности (источники, средства защиты);

#### 2. Экологическая безопасность:

- защита селитебной зоны
- анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы), гидросферу (сбросы) и литосферу (отходы);

#### 3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:

- перечень возможных ЧС при разработке и эксплуатации проектируемого решения;
- выбор наиболее типичной ЧС; 1) ЧС природная – ураганный ветер; 2) ЧС техногенная – аварии на электроэнергетических и коммунальных системах;
- разработка превентивных мер по предупреждению ЧС;

#### 4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:

- специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства;
- организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

<b>Должность</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, звание</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
доцент	Сечин А.А.	к.т.н.		

Задание принял к исполнению студент:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
3 - 9601	Хайконенко О.Я		

## СОДЕРЖАНИЕ

Реферат.....	9
Введение.....	11
1. Литературно-критический обзор утилизации фторангидрита.....	13
2. Физико-химические процессы производства модулей.....	20
2.1. Свойства фторангидрита.....	20
2.2 Ангидритовое вяжущее.....	24
2.3 Характеристики металлопроката .....	26
2.4 Свойства сварочных электродов .....	27
2.5 Антикоррозийное покрытие.....	28
2.6 Характеристики золошлаков.....	30
2.7. Характеристика воды для бетонов.....	32
2.8. Твердение и гидратация ангидритовых смесей.....	33
3. Проектная часть.....	40
3.1 Описание технологической схемы получения ангидрито- шлаковых каркасно-монолитных модулей помещений.....	41
3.2 Расчет количества исходных материалов.....	42
3.3 Описание производственной площадки цеха по производству каркасно-монолитных модулей.....	45
4. Финансовый менеджмент.....	47
4.1 Расчет затрат на проведение НИОКР.....	47
4.2 Определение предотвращенного экологического ущерба.....	51
4.3 Экологический эффект использования отходов фтороводородного производства для бассейна р. Томи.....	58
5. Социальная ответственность.....	60
5.1 Производственная безопасность.....	60
5.1.1 Микроклимат на рабочем месте.....	60

5.1.2 Защита от шума и вибрации.....	62
5.1.3 Защита от электромагнитного, ультрафиолетового и инфракрасного излучения.....	65
5.1.4 Освещенность.....	68
5.1.5 Электробезопасность.....	74
5.1.6 Пожаробезопасность.....	76
5.1.7 Механические опасности.....	78
5.2 Экологическая безопасность.....	78
5.3 Чрезвычайные ситуации.....	79
5.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.....	80
5.4.1 Правовые нормы трудового законодательства.....	80
5.4.2 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.....	82
Заключение.....	84
Список литературы.....	85

Приложение А Технологическая схема получения ангидрито-шлакового каркасно-монолитного модуля помещения

Приложение Б. Устройство и основные характеристики РБС

Приложение В. Описание работы шнекового транспортера

Приложение Г. План цеха по производству каркасно-монолитных модулей

Приложение Д. Производственный цех. Растворобетонный узел

Приложение Е. Планы складов

Приложение Ж. Технико-экономический расчет КММ

Приложение З. Расчет материального баланса

Приложение И. Расчет теплового баланса

Приложение К. Сравнение затрат на сырье при производстве ангидрито-шлакового и цементно-шлакового КММ размером (6,3x3,5x2,5x0,12)м



## РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа инженера на тему: «Разработка ресурсосберегающей технологии производства ангидрито-шлаковых каркасно-монолитных модулей помещений». Состоит из текстового документа, выполненного на 90 страницах. Текстовый документ содержит 1 рисунок, 7 таблиц, список использованных источников состоит из 55 наименований.

Ключевые слова: ФТОРАНГИДРИТ, КАРКАСНО-МОНОЛИТНЫЙ МОДУЛЬ, ШЛАК, ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СХЕМА, ЦЕХ, ОТХОД, ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ.

Работа посвящена разработке цеха по производству ангидритовых каркасно-монолитных модулей помещений размером (6,3x3,5x2,5x0,12)м из промышленных отходов.

Новизна работы – предложен альтернативный способ применения твердых отходов фтороводородного производства СХК и технологическая схема их переработки в товарный продукт для строительной промышленности.

Целью данного дипломного проекта являлась разработка цеха по производству ангидрито - шлаковых каркасно - монолитных модулей помещений размером (6,3x3,5x2,5x0,12)м из промышленных отходов фторангидрита, с учетом потребности данной продукции в сфере строительства, используя 1200 тонн фторангидрита в год.

На основе поставленной цели были определены следующие задачи:

- Провести литературно-критический обзор утилизации фторангидрита и выявить наиболее эффективное направление его использования.
- Изучить механизмы и параметры процессов используемых в технологии утилизации фторангидрита.

- Провести аппаратный расчет технологической линии получения КММ помещений.

- Разработать план размещения оборудования в производственном помещении.

- Провести расчет экономической эффективности производства

На основе результатов расчетов и лабораторных исследований были решены следующие задачи:

- Проведен укрупненный расчет производства, на основании которого были рассчитаны габаритные размеры оборудования, а также подобрано необходимое оборудование.

- Рассчитаны площади, объем производственных помещений.

- Рассчитан экологический эффект от использования отходов фторводородного производства.

Выпускная квалификационная работа оформлена в текстовом редакторе Microsoft Word 7.0 и представлена в распечатанном виде на листах формата А4.

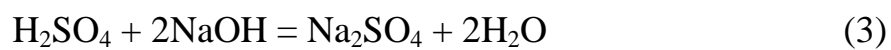
## ВВЕДЕНИЕ

Одним из важнейших факторов в жизни человека является экологическая обстановка. В настоящее время производство фтористого водорода оказывает негативное влияние на экологическое благополучие в местах своего расположения. Оно сопровождается образованием и накоплением отходов в виде кислого или нейтрализованного безводного сульфата кальция, который размещают, в основном, на территории отвалных полей или на других открытых площадках. При этом негативное воздействие направлено на почву – ухудшение и разрушение почвенного покрова. Деградациям подвергаются большие объемы земельных ресурсов, а так же большое количество твердых частиц попадает в атмосферу в виде пыли.

Большую тревогу у экологов вызывает уровень загрязнения поверхностных вод. Многие реки превращаются в сточные каналы, вода в них становится непригодной для питья. Это происходит из-за чрезмерных сбросов неочищенных стоков разных производств. Таким примером в Томской области может служить Сибирский химический комбинат, обеспечивающий потребности атомных электростанций в уране для ядерного топлива. В качестве вспомогательного производства на СХК существует производство фтороводорода, в его процессе используется сернокислотное разложение плавикового шпата ( $\text{CaF}_2$ ) с образованием фторводорода и отхода фторангидрита – безводного сульфата кальция ( $\text{CaSO}_4$ ) (реакция 1).

На комбинате отход фторангидрита в производственном процессе не используется, поэтому его нейтрализуют гидроксидом натрия (реакция 2,3), и сбрасывают в р. Томь, что оказывает пагубное воздействие на бассейны не только р. Томь, но и р. Обь.





Решить эту экологическую проблему можно двумя путями: усовершенствование существующей технологии получения фтористого водорода или применение отхода фторангидрита для последующего использования.

# 1. ЛИТЕРАТУРНО-КРИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР УТИЛИЗАЦИИ ФТОРАНГИДРИТА

Ангидритовые отходы фторводородных производств, известны под названием фторангидрит. Существует несколько способов переработки сульфаткальциевых отходов: получение гипсового вяжущего, ангидритового вяжущего, регулятора сроков схватывания цемента, а так же получение извести и серной кислоты.

Известно изобретение[1] получения ангидритового вяжущего, нашедшее применение в промышленности строительных материалов. В способе получения ангидритового вяжущего из неохлажденного кислого отхода производства фтористого водорода, включающем смешение и нейтрализацию указанного отхода известьсодержащим агентом- феррохромовым шлаком самораспадающимся при одновременном измельчении указанной смеси, при смешении подают ускоритель схватывания и суперпластификатор в количестве 0,7 и 0,5 мас.%, соответственно, от массы указанного отхода. Технический результат - повышение прочности ангидритового вяжущего

Также существует изобретение[2], получения гипсового вяжущего из неохлажденного кислого отхода производства фтористого водорода, включающем нейтрализацию кислого указанного отхода при совместном помоле с известьсодержащим агентом, в качестве известьсодержащего агента используют феррохромовый шлак самораспадающийся, при помоле дополнительно вводят воду в количестве 10,0-14,0 мас.% от указанного отхода, а полученное вяжущее выдерживают не менее 5 часов в бункере томления.

В Томском политехническом университете разработан способ и технология получения ангидритового вяжущего. Способ, заключающийся в

том, что смесь, включающую ангидритовое сырье – гранулированный фторангидрит и дробленый известняк и активизатор – ускоритель схватывания – смесь растворов отработанной серной кислоты свинцовых аккумуляторов и отработанной калиевой щелочи никель-кадмиевых щелочных аккумуляторов, взятые в определенном соотношении, подвергаются измельчению и разделению на фракции менее 40 мкм, от 40 до 80 мкм и более 80 мкм. В качестве нейтрализатора, содержащейся во фторангидрите серной кислоты, может быть использован битуминозный известняк, обезвоженный карбидный ил (отход производства ацетилена), а также при обработке в водной среде глинистый песок, содержащий монтмориллонит, гидроксиды железа и алюминия, кальцит, кварцевый песок[3,4]

Широкое применение может находить фторангидрит в строительной промышленности при изготовлении на его основе различных материалов и изделий. Из смеси фторангидрита, содержащего >92%  $\text{CaSO}_4$ , а также  $\text{CaF}_2$  (плавень) и  $\text{CaCO}_3$ , растворимого стекла и добавок, регулирующих процесс структурообразования изготавливают гипсокерамические материалы. После обжига смеси получается гипсокерамический материал, отличающийся в несколько раз меньшей усадкой по сравнению с аналогичным продуктом, полученным на основе фосфогипса, способностью выдерживать без изменения структуры температуру до  $780^\circ\text{C}$  и сохранять свои физико-механические свойства при хранении в воде. Материал пригоден для изготовления искусственного мрамора и форм для литья легкоплавких металлических сплавов. [5].

Также предлагается способ получения сырьевой смеси и на ее основе получения стеновых строительных изделий. Сырьевая смесь для изготовления строительных изделий содержит ангидрит, добавку фосфата натрия и воду, причем ангидрит в виде фторангидритового отхода производства плавиковой кислоты, а добавка дополнительно содержит натриевое жидкое стекло в соотношении с фосфатом натрия 1:1-5:1, при этом

содержание добавки в сырьевой смеси составляет 10-30 мас.% от массы компонентов без воды при следующем соотношении компонентов сырьевой смеси, мас. %: указанный фторангидритовый отход производства 70-90, натриевое жидкое стекло 5-25, фосфат натрия 5-15, вода - до достижения влажности сырьевой смеси 10-15%. В способе изготовления строительных изделий из сырьевой смеси на основе ангидрита с добавкой, включающем формование и выдержку в воде в течение 7-28 суток, строительные изделия готовят из сырьевой смеси, а перед выдержкой в воде осуществляют сушку и обжиг при температуре 800-950°С. [6].

Другими авторами[7] разработана сырьевая смесь для получения портландцементного клинкера, которая содержит, мас.%: отход дробления известняка 77-88, флотационный отход углеобогащения 7-16, фторангидрит 3-6 и пиритные огарки - остальное. Технический результат - использование техногенных отходов для производства клинкера и цемента на его основе с высокими прочностными характеристиками при сжатии и растяжении.

Существует способ получения на основе фторангидрита полистиролбетона. Фторангидрит в виде безводного сульфата кальция, может использоваться для производства теплоизоляционных материалов на бесцементной основе. В исследованиях фторангидрит активировался сульфатными солями натрия и применялся для приготовления полистиролбетона на основе предварительно вспученных гранул полистирола. В качестве армирующей добавки вводилось рубленое базальтовое волокно. Полученный ангидритовый полистиролбетон имеет марку по плотности 700, обладает хорошей паро- и газопроницаемостью, пожаробезопасен, имеет достаточную прочность для изготовления изделий в виде теплоизоляционных плит и блоков. [8]

Известен процесс производства автоклавных ячеистых бетонов. Типичная сырьевая смесь для получения ячеистого бетона содержит в качестве основных компонентов не только кварцевый песок, но также

цемент, известь и гипс. При этом используют негашеную предпочтительно сильно обожженную известь. В качестве гипсового компонента используют двуводный гипс или ангидрит. Получающийся строительный материал - ячеистый бетон (в Великобритании известен под торговой маркой "Эйкрит") - состоит в основном из тоберморита, гидросиликата кальция (CSH) и кварца, а также содержит ангидрит и гидрогранаты [9]

Существует способ использования фторангидрита, включающий введение в состав фторангидрита компонента, содержащего известь, с целью нейтрализации сернокислотной составляющей, грануляцию полученной смеси с последующим применением гранул в производстве строительных материалов. В качестве компонента, содержащего известь, используют дисперсный электросталеплавильный шлак в количестве от 5 до 85% от массы фторангидрита. [10]

Другими авторами разработан способ получения гипсовых вяжущих и изделий на их основе, которые могут быть использованы при получении конструкционных материалов для низко- и среднетарачных стеновых мелкоштучных блоков, перегородочных плит и перемычек. Технический результат - повышение звукоизолирующих свойств. Сырьевая смесь для получения гипсового вяжущего и изделий на его основе содержит, мас. %: двуводный фосфогипс 70-78, наполнитель 19-27,5, негашеная известь 1,4-1,9, вода остальное. Сырьевая смесь может содержать двуводный фосфогипс в виде отходов производства экстракционной фосфорной кислоты с естественной удельной поверхностью 3500-4500 см<sup>2</sup>/г и естественной влажностью 30-35%, сырьевая смесь может содержать наполнитель с удельной поверхностью 4500-5000 см<sup>2</sup>/г в виде шлакозольных отходов или доменного шлака, или отсева гипсового или известнякового щебня.[11].

Предлагается получение состава смеси для устройства основания автомобильных дорог. Изобретение относится к дорожно-строительным материалам, а именно к составам для устройства основания автомобильных



дорог. Состав смеси для устройства основания автомобильных дорог включает в качестве вяжущего смесь отсева дробления отвального основного металлургического шлака с фторангидритом в соотношении 1 : 1, активатором является фторангидрит, предварительно нейтрализованный известью, а в качестве жидкости затворения используется водный раствор хлоридов щелочных и/или щелочно-земельных металлов при следующем соотношении компонентов, мас. %: отсев дробления основного металлургического шлака 11,00 - 20,00, фторангидрит 11,00 - 20,00, фторангидрит, нейтрализованный известью 1,20 - 1,60, хлориды 0,25 - 0,35, вода 7,00 - 8,00, наполнитель - остальное. Технический результат: применение заявляемого состава смеси для устройства основания автомобильных дорог позволит увеличить ее "живучесть" (способность увлажненной смеси сохранять свои технологические свойства), упростить технологию укладки дорожного основания и транспортировку смеси, снизить энергозатраты на приготовление смеси [12].

Известен способ производства плит и фасонных изделий из смеси двуводного гипса, каркасообразующего материала, воды и других дополнительных материалов, который включает в себя твердение смеси при использовании воды, имеющей давление, превышающее давление насыщенного пара. Твердение смеси может проводиться при температуре равной 110 - 120° С, предпочтительно 130 - 180° С. В качестве дигидрата могут быть использованы как природный гипс, так и отходы химической промышленности (сульфогипс, фосфогипс, отходы гипсовых форм и др.), с размерами частиц менее 0,2мм, предпочтительно менее 0,05мм. Изделия получают прессованием с последующим охлаждением в форме в течение времени менее 1 ч, предпочтительно 2 – 10 мин. [13]

Так же предлагается способ изготовления гипсовых изделий (стенных плит, гипсокартонных и гипсоволокнистых панелей и т. д.) с повышенной водостойкостью. Способ отличается тем, что в гипс,

полученный из природного гипсового камня или отходов от обессеривания дымовых газов, вводится 25-40% добавки, представляющей собой предварительно изготовленную затворенную водой смесь, состоящую из 50-80% золы мокрого золоудаления, 0-30 сухой золы, 5-15 обожженной извести или карбидкремниевого шлама, 3-8 гипсового камня или гипса из промышленных отходов и 3-8 сульфата алюминия и (или) алунита. Указанная смесь выдерживается при температуре 20-50°C и относительной влажности  $\geq 70\%$  в течение 8-24 ч. Полученный после смешивания гипса с добавкой продукт затворяется водой (водогипсовое отношение 0,9-1,3) и из него формуется плиты, которые затем подвергаются сушке [14].

Для получения серной кислоты, серы и негашенной извести из сульфатокальциевых отходов фтороводородного производства предлагается подвергать указанный материал термическому разложению [15].

Немецкими авторами [16] предложен способ получения вспененных изделий из гипсосодержащего материала. Состав включает: полуводный гипс или ангидрит (5-70%), вспучиваемый водорастворимый или вододиспергируемый органический полимер (5-85%), вспучивающее средство (1-20%), а также замедлители или ускорители схватывания и другие добавки. В качестве полимера используются материалы с молекулярной массой  $\geq 100000$ , например, акриловая и метакриловая кислоты, малеиновая кислота, стирол, винилацетат, этилен и др., в качестве вспучивающего средства - алканы, эфиры, фторированные углеводороды и т. д. Способ изготовления заключается в смешивании указанных компонентов, причем органический полимер используется в виде водного раствора или водной дисперсии. Полученный материал отличается быстрым высыханием и затвердеванием.

Некоторые способы переработки фторангидрита являются энергоемкими и требующие больших капиталовложений, а также обладают своими недостатками. Наиболее предпочтительным направлением

переработки твердых кальцийсодержащих отходов фтороводородного производства является использование их в строительной промышленности в качестве вяжущего пигмента, пластификатора и наполнителя строительных растворов и бетонов. При этом капитальные затраты на организацию технологического процесса приготовления строительных материалов на основе фторангидрита, предположительно будут минимальными.

В Томском политехническом университете были разработаны способы переработки фторангидритового сырья в строительные материалы и изделия[3,4,17-33]. В состав разработанной смеси входит: фторангидритовое вяжущее, в качестве которого используется кислый отход фтороводородного производства, активированный 10-98%-й серной кислотой и нейтрализованный молотым карбидным илом, ускоритель схватывания – высушенная смесь отработанных электролитов кислотных и щелочных аккумуляторов, пластификатор – сульфанол, наполнитель – молотый золошлак ТЭЦ и дополнительно сечка пленки или рубленое волокно синтетического полимера.

Проведенные исследования показали, что прочностные характеристики образцов изготовленных из цементных растворов с добавкой фторангидрита увеличились в 1,4 раза.

## 2. ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ ПРОИЗВОДСТВА МОДУЛЕЙ

При производстве ангидритовых каркасно-монолитных модулей используется следующее сырье и материалы: ангидритовое вяжущее (ангидритовый цемент), вода, шлак, металлопрокат, антикоррозийное покрытие, сварочные электроды.

### 2.1 Свойства фторангидрита

Фторангидрит представляет собой твердые гранулы с размерами от нескольких микрон до 60 мм состоящий из безводного сульфата кальция и переменным содержанием остаточной серной кислоты (до 2-3%). Фторангидрит имеет насыпную массу 1,37 – 1,57 т/м<sup>3</sup>, истинная масса равна 2,57 т/м<sup>3</sup> [29].

Фторангидрит, полученный при различных температурах на Сибирском химическом комбинате по реакции (1), имел следующий компонентный и гранулометрический состав, представленный в таблице 1.

Таблица 1 - Состав исходного фторангидрита.

№	Температура отвала, °С	Химический состав фторангидрита, % мас.				Угол откоса, градус	Содержание частичек (% мас.) с размером гранул, мм				
		CaSO <sub>4</sub>	CaF <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	HF		+5	5-2,5	2,5-2	2-1	-1
1	150-230	88,5-98,2	0,5-1,8	0,5-10,0	0,01-0,2	31-41	6,7-20,2	8,7-20,0	4,2-7,2	14,5-46,2	29,4-39,2

Химический анализ отвала проводился по стандартным методикам количественного определения фторида кальция и серной кислоты, количество сульфата кальция подсчитывалось как разности масс навески и

суммы масс фторида кальция и серной кислоты. Гранулометрический анализ проводился путем последовательного просеивания навески фторангидрита через набор сит с различным размером отверстий и взвешивания каждой фракции (таблица1). Экспериментальные результаты показывают, что фторангидрит содержит безводный сульфат кальция (ангидрит) и фторид кальция. Пиков, соответствующих полуводному сульфату кальция и гипсу (двуводному сульфату кальция) не обнаружено.

В связи с тем, что фторангидрит содержит в своем составе серную кислоту, которую необходимо нейтрализовать, в первую очередь были проведены опыты по нейтрализации фторангидрита "негашеной" известью.

Процесс нейтрализации проводился в лабораторной шаровой мельнице 4 0Т-МЛ с диаметром барабана 250 мм. Навеску отвала (фторангидрита) взвешивали на технических весах, нагревали до заданной температуры, (имитировали фторангидрит, полученный сразу же с печи), и засыпали в шаровую мельницу. Одновременно туда загружали техническую негашеную известь, а в отдельных опытах - окись кальция марки х.ч. Процесс нейтрализации проводили при вращении мельницы на протяжении 30 мин.

После окончания процесса нейтрализации проводилось определение водопотребности для получения теста нормальной густоты и определение времени начала и конца схватывания.

Водопотребность нейтрализованного фторангидрита составила 35 мл на 100 г. Время начала схватывания фторангидритового раствора - 150 мин., время конца схватывания -18 часов.

Из этого же раствора готовили кубики размером (32x32x32) мм, которые затем выдерживали на воздухе при температуре 20°C и относительной влажности воздуха  $\varphi = 40-60\%$  (лишь в некоторых случаях, оговоренных особо, сушка проводилась в помещении с относительной влажностью  $\varphi = 95\%$ ). Через определенное время проводили испытания образцов на прочность на лабораторном гидравлическом прессе П2Л-5.

Результаты влияния количества извести технической и извести марки х.ч. на прочность и сроки схватывания образцов фторангидрита представлены в таблице 2.

Таблица 2 - Влияние избытка окиси кальция (извести) на сроки схватывания фторангидритового раствора и прочности образцов, полученных из этого раствора.

№ п/п	Содержание избытка окиси кальция во фторангидрите, % мас.	Время схватывания, мин.		Предел прочности на сжатие (МПа/см <sup>2</sup> ) при различном времени выдержки образцов (сутки).		
		Начало	Окончание	1	3	7
1	2	3	4	5	6	7
1*	-1	180	180	1,3	-	-
2*	0	110	180	2,6	-	-
3**	1	50	180	-	2,5	3,0
4*	1,4	40	180	2,1	-	-
5*	1,95	25	120	3,1	-	-
1	2	3	4	5	6	7
6**	2,0	25	120	-	3,0	4,5
7**	3	20	90	-	3,5	5,0
8*	3,5	15	90	2,1	-	-
9**	4	20	100	-	3,6	4,5
10*	5	20	110	2,0	3,2	-
11*	9,3	25	180	1,5	-	-
12*	16,7	3,5	180	1,5	-	-

В данных опытах применяли окись кальция марки х.ч.

Химический состав фторангидрита: % мас.

\*- CaSO<sub>4</sub>-75,9; H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>-22,8; CaF<sub>2</sub>-1,3;

\*\* - CaSO<sub>4</sub>-78,0; H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>-20,0; CaF<sub>2</sub>-1,0; Fe<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>;

Максимальная прочность наблюдается при содержании окиси кальция во фторангидрите 2-3% мас., при этом сроки начала схватывания лежат в пределах 20-25 мин., сроки окончания схватывания -1,5-2 часа.

В связи с тем, что фторангидрит содержит в своем составе значительные количества серной кислоты и во время ее нейтрализации «негашеной известью» развивались температуры выше 200°C, были проведены опыты по нейтрализации отвала плавиковых печей с помощью «гашеной извести», а также влияние содержания «гашеной извести» во фторангидрите и температуры нейтрализации на прочность затворенных водой образцов фторангидрита.

Таблица 3 - Влияние избытка извести и температуры нейтрализации на прочность образцов

№ п/п	Содержание избытка гидроокиси кальция во фторангидрите, % мас.	Температура нейтрализации, °С	Предел прочности образцов на сжатие (МПа/см <sup>2</sup> ) после нескольких суток выдержки			
			1 сутки	3 суток	7 суток	28 суток
1	2	3	4	5	6	7
1.	0	100	2,0	2,1	2,2	2,3
2.	0,3	100	2,2	2,5	2,7	3,0
3.	0,5	100	2,2	2,7	2,9	3,5
4.	1,7	100	2,3	3,2	3,9	5,2
5.	0,5	100	2,2	2,7	2,9	3,5
6.	5,6	100	2,1	2,2	2,3	2,4
7.	1,7	80	-	2,0	2,1	2,2
8.	1,7	100	-	3,2	3,4	5,2
9.	1,7	150	-	6,0	6,6	7,6
10.	1,7	220	-	5,3	5,9	6,0

В данных опытах влажность воздуха φ составляла 95 % отн.

В данных опытах использовался отвал плавиковых печей, содержащий 15% мас. серной кислоты, 2% мас. фтористого кальция, 2% сульфата железа, остальное - сульфат кальция.

Методика проведения опытов аналогична приведенной ранее при определении прочности образцов. Максимальная прочность получается при содержании "гашеной извести" во фторангидрите 1,7% мас. и температуре нейтрализации 150-220°C.

Таким образом, из проведенных опытов видно, что нейтрализованный фторангидрит обладает вяжущими свойствами, т.е. после затворения водой имеет свойство схватываться и образовывать камень. Вяжущим материалом во фторангидрите является водорастворимый сульфат кальция.

## **2.2. Ангидритовое вяжущее**

На основе фторангидрита можно получать вяжущее (ангидритовый цемент). Ангидритовый цемент, предложенный П.П. Будниковым, состоит преимущественно из нерастворимого ангидрита. Его получают обжигом двухводного гипса при температуре 600 – 700 °С с последующим измельчением продукта в тонкий порошок совместно с различными минеральными активизаторами твердения.

Твердение ангидритовых вяжущих происходит в присутствии сульфатных или щелочных активизаторов. В качестве активизаторов применяют растворимые сульфаты некоторых металлов ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{NaHSO}_4$ ,  $\text{K}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ ,  $\text{FeSO}_4$  и др.), а также вещества, отличающиеся щелочными характеристиками (известь, обожженный доломит, основные гранулированные доменные шлаки, золы от сжигания горючих сланцев, содержащие свободный оксид кальция и др.). В ангидритовый цемент рекомендуется вводить известь в количестве 3-5%, смесь бисульфата или сульфата натрия с железным либо медным купоросом в количестве 0,5-1% каждого. Обожженный доломит вводят в количестве 3-8%, а основной



гранулированный доменный шлак 10-15%. Активизаторы добавляют в ангидритовый цемент обычно при помоле ангидрита.

Истинная плотность ангидритового цемента  $2,8-2,9 \text{ г/м}^3$ , плотность в рыхлонасыпном состоянии  $850-1100 \text{ кг/м}^3$ , а в уплотненном –  $1200-1500 \text{ кг/м}^3$ . Для получения теста нормальной густоты обычно вводят 30-35% воды. Начало схватывания этого цемента наступает не ранее 30 мин, а конец – через 8 часов [34].

В Томском политехническом университете разработана технологическая схема получения ангидрит-цемента. Для получения ангидритового вяжущего из твердых отходов фторводородного производства необходимо во фторангидрит вводить добавку сульфат калия или любую соль одновалентного металла в количестве 1,5% мас. относительно массы фторангидрита. При оптимальных условиях получения техногенного ангидрита (температура образования фторангидрита –  $180 - 200 \text{ }^\circ\text{C}$ ; температура нейтрализации – не выше  $200 \text{ }^\circ\text{C}$ ) получаем продукт, соответствующий по свойствам ангидритовому цементу марки 50, а с введением добавок–электролитов и добавок–имитаторов центров кристаллизации, ангидрит-цемент марки 100 и выше.

Минеральными строительными вяжущими веществами называются порошкообразные материалы, способные при смешивании с водой образовывать пластичное тесто, со временем затвердевающее в камневидное тело, при этом вяжущие материалы разделяются на три класса: гидравлические, воздушные, автоклавного твердения, кислотоупорные и термотвердеющие [35].

К гидратационным, состоящим из воздушного и гидравлического вяжущих, отнесены все традиционные вяжущие материалы, твердеющие после смешивания с водой [34,36].

Сульфат кальция безводный, образованный в процессе сернокислотного разложения плавикового шпата - фторангидрит - способен твердеть

после смешивания с водой, т.е. относится к группе гидратационных вяжущих материалов.

### **2.3. Характеристики металлопроката**

Арматура – представляет собой изделие из металла, которое применяется для армирования железобетонных конструкций.

Для армирования бетона применяют главным образом стальную арматуру из углеродистых и низколегированных сталей.

Стальную арматуру (арматурную сталь) классифицируют:

По основной технологии ее изготовления – на горячекатаную стержневую диаметром 6...80 мм и холоднотянутую проволочную диаметром от 3 до 5,5 мм и, в ограниченном количестве, 6...8 мм;

По условию применения в конструкциях – на ненапрягаемую и напрягаемую арматуру;

По профилю - на гладкую (стержни арматурной стали класса А-1) и периодического профиля (для улучшения сцепления арматуры с бетоном). Гладкую арматуру ввиду ее недостаточного сцепления с бетоном заанкеривают путем устройства крюков на концах стержней;

По условиям поставки – на прутковую, поставляемую в виде стержней стандартной длины, бухтовую, поставляемую в мотках или катушках, и плоские сварные сетки [37].

Швеллер – это изделие из металла, профиль которого в разрезе имеет П-образную форму. Главная цель применения швеллеров – увеличение прочности и устойчивости всевозможных конструкций, а так же повышение их сопротивляемости высоким показателям нагрузки. В основном швеллер производится из простой углеродистой стали, а различная прочность и свойства достигаются путем использования различной толщины стенок и

полок. Производят его, в основном, методом горячего проката на сортовых станах. В зависимости от формы и метода обработки швеллер подразделяют на: стальной горячекатаный; стальной специальный; гнутый стальной равнополочный; гнутый стальной неравнополочный.

Согласно ГОСТ, швеллер может иметь максимальную длину до 12 метров, однако допускается выпуск и более длинных профилей [38].

#### **2.4. Свойства сварочных электродов**

Сварочный электрод — металлический или неметаллический стержень из электропроводного материала, предназначенный для подвода тока к свариваемому изделию.

Электродные покрытия состоят из шлакообразующих, газообразующих, раскисляющих, легирующих, стабилизирующих и связующих (клеящих) компонентов.

Электрод, состоящий из электродного стержня и покрытия, при плавлении образует расплавленный металл и шлак. Шлак должен обладать определенными физическими и химическими свойствами.

К физическим свойствам шлака относят температуру плавления, температурный интервал затвердевания, теплоемкость, теплосодержание, вязкость, способность растворять окислы, сульфиды и т. д., плотность, газопроницаемость и коэффициенты линейного и объемного расширения.

К химическим свойствам относят способность шлака раскислять расплавленный металл сварочной ванны, связывать окислы в легкоплавкие соединения, а также легировать расплавленный металл сварочной ванны.

Электроды характеризуют по свойствам наплавленного ими металла, к которым относятся: прочность, пластичность, удлинение, ударная вязкость, твердость, коррозионная стойкость, стойкость против старения, а при наплавочных работах и износостойкость.

Наряду с качеством металла шва, полученного при сварке данным электродом, важное, значение имеют и его технологические свойства. К основным технологическим свойствам электрода относят его производительность, пригодность для сварки в различных пространственных положениях, стабильность горения дуги при постоянном и переменном токе, допустимую максимальную и минимальную длину дуги, форму шва, коэффициенты наплавки, расплавления и потерь[39].

## **2.5. Антиккоррозийное покрытие**

Преобразователь ржавчины "ИФХАН-58ПР" предназначен для модификации коррозии на поверхностях из черных металлов в целях подготовки ржавых стальных изделий, металлопроката, труб, арматуры к бетонированию, нанесению мастик, а также к окраске. Состав может применяться в различных отраслях промышленности и быту. Рекомендован ГУП «НИИЖБ» Госстроя РФ для использования при защите стальных элементов железобетонных изделий (ТР 001-99).

Общие технические свойства:

Нейтральный преобразователь ржавчины "ИФХАН-58ПР" - сложная композиция на основе таннинов, ингибиторов (замедлителей) коррозии функциональных присадок. Растительные танины взаимодействуют с ржавчиной, преобразовывая оксиды железа в коррозионнонеактивные соединения, обладающие отличной адгезией (сцеплением) к металлу и обеспечивающие хорошую адгезию покрытий. Эффективные ингибиторы тормозят коррозионные процессы под пленкой. Благодаря специальным присадкам пропитывает слои ржавчины толщиной до 150 мкм. Внешний вид темно-коричневая жидкость, содержание активных компонентов более 45%, удельный вес – 0.85-0.95 г/см<sup>2</sup>, pH – 5.0-6.0.

Преимущества преобразователь "ИФХАН-58ПР":

- не содержит минеральных кислот и позволяет исключить промывку изделия перед нанесением покрытия, необходимую для "кислых" преобразователей;
- экономически целесообразней и безопасней относительно кислотных преобразователей;
- улучшает функциональные свойства бетонов и продлевает срок их службы;
- при отсутствии прямых атмосферных осадков может использоваться в качестве самостоятельного покрытия даже во влажной атмосфере;
- экономичен и удобен в применении;
- не горюч, не содержит токсичных и едких веществ и не требует специальных мер безопасности.

#### Порядок использования:

Порядок использования преобразователя для подготовки арматуры и элементов железобетонных конструкций определяется техническими рекомендациями ТР 001-99, разработанными НИИ Железобетона, данные рекомендации могут быть использованы и для других изделий. Перед нанесением преобразователя необходимо удалить рыхлую ржавчину металлической щеткой. Размешать преобразователь и нанести на поверхность кистью или распылением. Об успешном преобразовании свидетельствует изменение цвета поверхности с рыжего на черный. В зависимости от толщины ржавчины поверхность обрабатывают преобразователем 1-4 раза. Если через 15-25 минут после первой обработки на поверхности останутся рыжие пятна, необходимо нанести преобразователь повторно. Последующую обработку можно проводить по непросохшей поверхности. После завершения процесса преобразования перед нанесением покрытия поверхность должна высохнуть.

Ориентировочный расход - 100-150 мл/м<sup>2</sup>. Температура обработки должна быть больше +4°C. [40].

## **2.6. Характеристики золошлака**

Зола – продукт сжигания топлива, который выносится дымовыми газами и улавливается золоуловителями. Шлаками называют побочные продукты, получаемые при плавке черных и цветных металлов, сжигания твердых видов топлива.

На основании исследований золошлаковых отходов многих электро- и теплостанций, сжигающих топливо различных месторождений, все золошлаки в зависимости от состава были поделены на три группы: активные, скрытоактивные, инертные.

К активным отнесены золошлаковые материалы эстонского сланца, углей Канско-Ачинского бассейна, ангренского угля, некоторых видов торфа. Эти золошлаковые материалы характеризуются общим содержанием оксида кальция в пределах 20 ... 60 % и свободного оксида кальция до 30 %. Золошлаковые материалы указанных топлив обладают свойством самостоятельного твердения. Такие золошлаки могут применяться для возведения дамб золошлакоотвалов без специальных мероприятий (введение вяжущих веществ), а также для производства изделий на их основе, преимущественно автоклавного твердения.

К скрытоактивным относятся золошлаковые материалы с общим содержанием оксида кальция от 5 до 20 %. Свободный оксид кальция не превышает 2 %. К этой группе, характеризующейся меньшей активностью, чем первая, относятся золошлаковые материалы львовско-волынського, райчихинского, богословского, азейского и других углей. Основное направление использования золошлаков этой группы – производство изделий, твердеющих при тепловой обработке с активизаторами.

К инертным относятся золошлаковые материалы углей: экибастузского, подмосковного, кузнецкого, донецкого, карагандинского. Они характеризуются высоким содержанием оксидов кремния и алюминия и низким содержанием оксидов кальция и магния. Свободного оксида кальция, являющегося активизатором процесса твердения, в некоторых золошлаках данной группы может не быть совсем, а максимальное его содержание не превышает 1 %. Большинство отечественных золошлаков относится к инертным. В связи с этим основным направлением использования золошлаковых материалов третьей группы являются дорожное строительство, производство кирпича, зольного гравия.

Данные по химическому составу зол свидетельствуют о том, что содержание отдельных оксидов, а также топлива в золе, получаемой от пылевидного сжигания различных видов угля, имеет значительные отклонения. Это предопределяет свойства золы и область ее использования в производстве строительных материалов.

Например, золы уноса, образующиеся при сжигании Канско-Ачинских бурых углей имеют колебания в химическом составе (в %):  $\text{SiO}_2$  – 20 ... 40;  $\text{Al}_2\text{O}_3$  – 8 ... 11;  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  – 10 ... 15;  $\text{TiO}_2$  – 0,6 ... 0,8;  $\text{CaO}$  (общ.) – 25 ... 50;  $\text{CaO}$  (своб.) – 2 ... 13;  $\text{MgO}$  – 2 ... 4;  $\text{SO}_3$  – 1 ... 3; щелочи – до 2 %. Из минералов, способных к гидратации и твердению, в золах присутствуют  $\text{CaO}$ ,  $\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\beta\text{-CaO} \cdot \text{SiO}_2$ ,  $\text{MgO}$ ,  $4\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$ .

Химический состав золы Кузнецкого угля:  $\text{SiO}_2$  – 59 %;  $\text{Al}_2\text{O}_3$  – 22 %;  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  – 8 %;  $\text{CaO}$  – 2,5 %;  $\text{MgO}$  – 0,8 %;  $\text{K}_2\text{O}$  – 1,4 %;  $\text{Na}_2\text{O}$  – 1,0 %;  $\text{TiO}_2$  – 0,8 %;  $\text{CaSO}_4$  – 3,5 %;  $\text{C}$  – 1,0 %.

Все золы характеризуются близким химическим составом минеральной части, но резко отличаются по гранулометрическому составу и удельной поверхности, при этом золы большинства ТЭС имеют величину удельной поверхности от 3000 до 5000  $\text{см}^2/\text{г}$ .

Применение золы и шлака ТЭС в качестве сырья для производства строительных материалов и в строительстве получило научное обоснование

и подтвердилось результатами опытов, поставленных в ведущих научно-исследовательских организациях. Были определены рациональные области использования золы и шлака ТЭС, разработаны прогрессивные технологические приемы и процессы производства строительных материалов на основе золы и шлака, а именно:

- Добавка к цементу, не снижающая активности материала.
- Компонент строительных бетонов и растворов.
- Приготовление специальных бетонов (пенозолобетон, газозолобетон и др.).
- Изготовление легких заполнителей для бетонов (пористый материал типа керамзита, аглопорита и т.п.).
- Получение самостоятельного вяжущего материала.
- Для дорожного строительства (наполнитель углеводородных вяжущих веществ, подготовка под покрытия и т.п.).
- В качестве сырья для химической промышленности (получение из зол  $Al_2O_3$ ,  $Fe_2O_3$ ,  $TiO_2$ ,  $K_2O$ ,  $Na_2O$ ,  $P_2O_5$ ,  $U_3O_8$ , V и Ge.
- Добавка к глине при изготовлении кирпича, черепицы и т.д.

Диапазон использования золошлаковых материалов в бетонах очень широкий, от гидротехнического бетона, где сухая зола применяется как заменитель части (до 25 %) цемента, до шлакобетона и стеновых блоков из него, где в качестве мелкого и крупного заполнителей используются зола и шлак из отвалов и текущего выхода [41].

## **2.7. Характеристика воды для бетонов**

В технологии бетонных работ воду используют для приготовления бетонных смесей и растворов. К применению допускается не любая вода, а лишь отвечающая техническим условиям (ГОСТ 23732-79). Качество воды оценивают по содержанию вредных примесей, которые могут препятствовать нормальному схватыванию и твердению вяжущего вещества либо вызывают



появление в структуре бетона новообразований, снижающих прочность и долговечность.

Всегда можно применять водопроводную питьевую воду. Нельзя использовать болотные, а также канализационные и сточные бытовые и промышленные воды.

Технические требования предъявляемые к воде:

Содержание в воде органических поверхностно-активных веществ, сахаров или фенолов, каждого, не должно быть более 10 мг/л. Вода не должна содержать пленки нефтепродуктов, жиров, масел. Содержание в воде растворимых солей, ионов  $\text{SO}_4^{-2}$  и  $\text{Cl}^{-1}$  и взвешенных частиц не должно превышать величин, указанных в таблице. Окисляемость воды не должна быть более 15 мг/л. Водородный показатель воды (рН) не должен быть менее 4 и более 12,5. Допускается применение технических и природных вод, загрязненных стоками, содержащих примеси в количестве ионов  $\text{SO}$  - 2700 мг/л;  $\text{Cl}$  - 1200 мг/л, растворимых солей – 500 мг/л. Вода не должна содержать также примесей в количествах, нарушающих сроки схватывания и твердения цементного теста и бетона, снижающих прочность и морозостойкость бетона.

Качество воды контролируют в строительной лаборатории. В тех случаях, когда возникают сомнения в пригодности воды, изготавливают на ней образцы бетона или раствора. Если прочность бетона оказывается не ниже прочности контрольного бетона, изготовленного на питьевой воде, проверяемую воду можно считать пригодной.[42]

## **2.8. Твердение и гидратация ангидритовых смесей**

Механизм гидратации тщательно исследовался многими учеными. Еще в конце прошлого века М. Ле-Шателье разработал и развил кристаллизационную теорию, которая явилась основой современной теории твердения гидравлических вяжущих. А. Каваззи и др. предложили коллоидную теорию, по которой гидратация идет через промежуточную

коллоидную стадию, характеризующуюся возникновением геля или адсорбционных конгломератов сульфата кальция и воды.

При взаимодействии гипсовых вяжущих с водой состоит из следующих стадий: растворение полугидрата сульфата кальция или ангидрита с образованием насыщенного раствора относительно этих компонентов, но пересыщенного относительно двухводного гипса с последующей кристаллизацией гипса из пересыщенного раствора. При этом раствор обедняется сернокислым кальцием, что обуславливает растворение новых количеств полугидрата и кристаллизацию двуводрата. По этой схеме процесс продолжается до полной перекристаллизации исходного полугидрата. При большой концентрации вяжущего в воде возникающие при твердении кристаллогидраты переплетаются и частично срашиваются друг с другом. Формирование прочной структуры идет в два этапа: сначала образуется каркас кристаллизационной структуры, а затем этот каркас обрастает гидратными новообразованиями с упрочнением контактов.

В случае затворения фторангидрита водой будет наблюдаться процесс растворения активного ангидрита, затем процесс образования гелеобразных либо адсорбционных конгломератов в виде  $\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$ . После образования центров кристаллизации полугидрата будет происходить процесс рекристаллизации его в дигидрат при одновременном росте кристаллов дигидрата сульфата кальция.

Особенности этапов вяжущих должны учитываться при изготовлении изделий, так как приготовление массы, формование изделий и т.д. могут осуществляться только в течение определенного периода.

Таким образом, процесс твердения гипсовых вяжущих состоит из трех стадий: а) образование зародышей кристаллов; б) рост кристаллов и в) рекристаллизация и превращение в монолитный камень [35,43,44].

Твердение вяжущего заключается в постепенном превращении пластического теста в камнеподобную массу. Процесс твердения сопровождается рядом химических и физико-химических превращений.

Началом твердения является схватывание. В процессе схватывания пластичное, обладающее большой подвижностью тесто начинает уплотняться и густеть, что соответствует началу схватывания, затем оно окончательно теряет подвижность, превращаясь в землисто-рыхлое твердое тело, которое не обладает существенной прочностью, что соответствует концу схватывания. Дальнейшие химические и физико-химические процессы ведут к постепенному нарастанию прочности, т.е. твердению [29].

По теории Ле-Шателье, развитие кристаллической структуры затвердевшего гипсового камня протекает в два этапа.

В течение первого этапа формируется каркас кристаллизационной структуры с возникновением контактов срастания между кристаллами новообразований.

В течение второго этапа происходит обрастание ранее возникшего каркаса, т.е. рост составляющих его кристаллов. Такое обрастание приводит к повышению прочности, но при известных условиях может явиться и причиной появления внутренних напряжений, вызывающих понижение прочности. Наибольшая конечная прочность обуславливается возникновением кристаллов новообразований достаточной величины при минимальных напряжениях, сопровождающих формирование и развитие кристаллизационной структуры.

По А.А. Байкову, процесс твердения строительного гипса делится на три периода.

Первый период – растворение и образование насыщенного раствора сопровождается небольшим повышением температуры, так как положительный эффект химической реакции компенсируется отрицательным эффектом растворения.

Второй период – образования коллоидальной массы, или схватывание характеризуется тем, что образующиеся в результате реакции гипса с водой продукты не могут растворяться в окружающей жидкой среде, а получаются в коллоидальном состоянии, минуя растворение. В течении этого периода

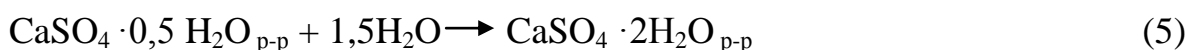
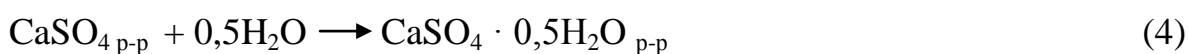
наблюдается быстрое повышение температуры (из-за отсутствия процесса растворения), в результате чего скорость реакции увеличивается. Затворенная водой гипсовая масса теряет свою пластичность, но не приобретает механической прочности, так как между частицами сцепления.

Третий период – кристаллизация и твердение характеризуется превращением коллоидных новообразований в кристаллическое состояние. В течение этого более продолжительного периода, сопровождающегося ничтожным выделением тепла, нарастает механическая прочность изделия.

В настоящее время доказано, что результатом этого процесса является не увеличение, а снижение прочности. Исследования Е.Е. Сегаловой и П.А. Ребиндера показали, что в процессе перекристаллизации гипса в первую очередь растворяются термодинамически неустойчивые контакты между отдельными кристаллами, что вызывает уменьшение, а не увеличение прочности. Дальнейшее повышение прочности гипса обусловлено сушкой.

Многие исследователи считают, что при твердении вяжущих возможны оба процесса, причем более растворимые соединения, к числу которых относятся ангидрит и полуводный гипс, гидратируют в растворе, а малорастворимые (силикаты кальция, т.е. цементы) - топохимически [34,36].

С точки зрения химического взаимодействия процесс гидратации можно описать следующими реакциями:



Установлено, что скорость растворения сульфата кальция подчиняется законам диффузии и описывается уравнением:

$$\frac{dm}{dt} = SD (c_1 - c) / \delta \quad (7)$$

где  $\frac{dm}{dt}$  - количество вещества, растворяющегося за ед. времени в ед. объема;

$D$  - коэффициент диффузии;

$S$  - удельная поверхность растворяющегося тела;

$c_1$  - концентрация насыщенного раствора;

$c$  - фактическая концентрация в данный момент времени;

$\delta$  - толщина диффузионного слоя [36,45].

Следовательно, скорость растворения вещества определяется диффузией, возникающей из-за разности концентраций в слое жидкости. Скорость растворения также пропорциональна поверхности растворяющегося тела, коэффициенту диффузии и обратно пропорциональна толщине диффузионного слоя. По всей вероятности эти же суждения можно перенести и на процесс растворения ангидрита.

Сравнивая механизмы твердения и сроки схватывания полугидратных и безводных сульфаткальциевых растворов можно предположить, что лимитирующей стадией в случае схватывания ангидритовых растворов будет являться скорость образования центров кристаллизации полугидрата сульфата кальция, а процессы твердения в обоих случаях являются идентичными [36].

Растворные и бетонные смеси в процессе их изготовления находятся в пластично-вязком состоянии. Пластично-вязкие тела занимают по своим физическим свойствам промежуточное положение между жидкими и твердыми телами и при определенных условиях могут совмещать в себе свойства твердого тела и жидкость. Пластичность – это способность материала деформироваться без разрыва сплошности под влиянием внешнего механического воздействия и сохранять полученную форму, когда действие внешней силы прекращено.

Пластичность является свойством, сильно влияющим на технологию и экономику производства бетонов, строительных растворов и др.

строительных материалов, а также на свойства готовых изделий. При хорошей пластичности данной массы ускоряются и удешевляются операции ее смешения и формирования, вместе с тем повышается однородность готовых изделий, что благоприятно сказывается на их физических, механических свойствах и стойкости[30].

При производстве ангидритовых каркасно-монолитных модулей помещений будет использоваться следующее сырье и материалы:

Ангидритовое вяжущее согласно ТУ 602-23-89 показатели по стандарту рН 7 – 12, концентрация водорастворимого сульфата кальция не менее 10 % масс., размер гранул не более 0,25 мм, концентрация одновалентных солей не более 1,5 % масс., предел прочности сжатию не менее 5 МПа.

Шлак используемый в данном производстве согласно ГОСТ 25592-91 имеет максимальный размер зерен шлака шлаковой составляющей, не более 40 мм. Содержание шлаковой составляющей от 50 до 90% по массе, содержание шлакового щебня в шлаковой составляющей свыше 20% по массе.

Золошлаковые смеси состоят из зольной составляющей (частицы золы и шлака размером менее 0,315 мм) и шлаковой, включающей:

шлаковый песок - зерна размером от 0,315 до 5 (3) мм;

шлаковый щебень - зерна размером свыше 5 (3) мм.

В золошлаковых смесях различных типов содержание зерен шлака, превышающих максимальный размер зерен, должно быть не более 10% по массе.

В связи с тем, что основную нагрузку по прочности стен и пола здания выполняют стальные элементы каркаса, то материал, из которого изготавливают стены и половое покрытие должен соответствовать требованиям СНиПа 52-01-2003 к отделочным строительным изделиям, то в связи с этим в данном производстве используются следующие виды металлопроката.

Металлопрокат:

Арматура ГОСТ 5781-82, диаметр 10 мм Ст.3;

Прокат стальной горячекатаный круглый ГОСТ 2590-88, диаметр 18 мм Ст.3;

Швеллер № 12 ГОСТ 8240-97 с параллельными гранями полок.

Сварочные электроды согласно ГОСТ 9466-75, ГОСТ 9467-75, ТУ 1272-001-17360331-96 для сварки углеродистой стали и низколегированных сталей будут использоваться такие марки электродов с рутиловым покрытием как (MP-3T, ОЗС-6 ,ОЗС-12). При использовании электрода марки MP-3T сварка производится постоянным током обратной полярности и переменным током. А при применении электрода ОЗС-6 ,ОЗС-12 сварка производится на токе переменном и постоянном обратной полярности.

Рутиловые электроды обладают целым рядом преимуществ по сравнению с другими видами электродов: обеспечивают стабильное и мощное горение дуги при сварке переменным током, малые потери металла на разбрызгивание, легкая отделимость шлаковой корки, отличное формирование шва. Электроды мало чувствительны к образованию пор при изменении длины дуги, при сварке влажного и ржавого металла и по окисленной поверхности.

Преобразователь ржавчины "ИФХАН-58ПР" предназначен для модификации коррозии на поверхностях из черных металлов в целях подготовки ржавых стальных изделий, металлопроката, труб, арматуры к бетонированию, нанесению мастик, а также к окраске. Рекомендован ГУП «НИИЖБ» Госстроя РФ для использования при защите стальных элементов железобетонных изделий (ТР 001-99).

Используемая вода в данном производстве выполняет требования ГОСТ 23732 – 79.

### 3. ПРОЕКТНАЯ ЧАСТЬ

Результатом осуществления данного проекта является выведение на рынок ангидритового каркасно-монолитного модуля помещений как самостоятельный конкурентоспособный строительный продукт. Ангидритовый каркасно-монолитный модуль представляет собой малогабаритное сооружение из бетонной смеси, состоящее из четырех стен, потолка и пола, размером (6.3×3.5×2.5×0.12) м. Стены имеют оконные и входной проемы.

По периметру нижнего и верхнего оснований стен замоноличена рама из стального профиля (швеллер, уголок), причем стороны нижней рамы скреплены между собой металлическими стержнями из периодического профиля (арматурный пруток). Такими же металлическими стержнями соединены нижняя и верхняя рамы. Эти стержни замоноличены в углах стен.

В качестве вяжущего бетонной смеси используется цемент на основе техногенного ангидрита (фторангидрита). Здание снабжено строповочными анкерами для перевозки. К месту установки модули транспортируются автомобилями типа КАМАЗ, МАЗ. Из таких модулей возможно строительство хоз.построек, индивидуальных автогаражей, индивидуальных жилых домов высотой до трех этажей, а также строительство верхних этажей многоэтажек (пентхаузов).



### **3.1. Описание технологической схемы получения ангидритовых каркасно-монолитных модулей помещений (Схема указана в приложении 1)**

Унифицированный фторангидрит (ангидрит-цемент) по пневмопроводу через циклон подают в расходный бункер ангидритового вяжущего. Из бункера с помощью шнека-дозатора направляют в скип. Отсеянную фракцию (менее 20 мм) золошлака автосамосвалом выгружают в расходный бункер и с помощью шнека-дозатора подают также в скип. Из скипа сыпучие материалы перегружают в растворо-бетон-смеситель (РБС). Сюда же, в РБС, подают необходимое количество воды из емкости через дозатор. Для обеспечения безотходности данной технологии запыленный воздух после циклона направляют в водяной абсорбер (абсорбент – вода). После окончания загрузки бункера фторангидритом циркуляцию воды через абсорбер прекращают и пульпу (взвесь ангидрита в воде) направляют через дозатор в РБС. После перемешивания массы ангидритошлаковый бетон подают в межопалубочное пространство, предварительно смонтированной съемной многократно используемой, опалубки вокруг металлического каркаса на площадке изготовления модуля. Каркас модуля изготавливают на площадке механического цеха из металлопроката, заранее привезенного на склад. После того как каркас готов, его покрывают антикоррозийным покрытием и дают просохнуть, затем каркас при помощи кран-балки перемещают к РБС. Так как опалубка – гибкие фанерные листы, укрепленные в соответствующих местах металлическим профилем (уголок), то вибрирование уплотнение массы осуществляется с наружи. Так как каркас имеет высоту 3 м, то вокруг него устанавливают обслуживающую площадку высотой 1,5-2 м для удобства оператора-бетонщика подачи ангидритошлакового бетона в межопалубочное пространство.

Так же на другой площадке изготавливают потолочное и половое перекрытия. Каркасно-модульное помещение выдерживают при комнатной температуре одни сутки, затем опалубка разбирается и используется

повторно. А готовые полуфабрикаты выдерживают в цехе еще 6 дней. По истечении шести суток при помощи кран-балки один модуль направляют на склад готовой продукции, а на это место устанавливается каркас другого модуля и процесс продолжается снова. Готовую продукцию можно реализовывать после 28 суток, так как за это время изделие наберет достаточную прочность.

На складе готовой продукции каркасно-монолитные модули помещений складировать при помощи кран-балки, а также ведут погрузочные работы продукции на машины.

Проектная производительность данной технологической схемы составляет 5 изделия в неделю. Производство рассчитано в 1 смену и 5 рабочих дней в неделю на протяжении теплого периода (6 месяцев). Таким образом производительность в месяц будет составлять 22 каркасно-монолитных модулей помещений, в год 127 изделий. Так как для производства 1-го ангидритового каркасно-монолитного модуля помещений требуется = 9421.3 кг ангидритового вяжущего или 9281.9 кг фторангидрита, то в месяц на производство 22 модулей понадобится 204201.8 кг фторангидрита, в год 1178801.3 кг или  $\approx 1200$  т/год.

### **3.2 Расчет количества исходных материалов**

Подсчитаем, какое количество смеси потребуется на изготовления одного модуля размером  $(6.3 \times 3.5 \times 2.5 \times 0.12)$  м.

$$\text{Стены: } (6.3 \times 2.5 \times 0.12) = 1.89 \times 2 = 3.78 \text{ м}^3$$

$$(3.5 \times 2.5 \times 0.12) = 1.05 \times 2 = 2.1 \text{ м}^3$$

$$\text{Потолочное перекрытие: } (6.3 \times 3.5 \times 0.12) = 2.65 \text{ м}^3$$

$$\text{Половое покрытие: } (6.3 \times 3.5 \times 0.12) = 2.65 \text{ м}^3$$

$$\text{Оконные проемы: } (1.5 \times 1.3 \times 0.12) = 0.234 \times 2 = 0.468 \text{ м}^3$$

$$\text{Дверной проем: } (2.10 \times 0.9 \times 0.12) = 0.227 \text{ м}^3$$

Таким образом, на изготовление одного модуля помещения

понадобится ангидрито-шлаковой смеси:

$$\text{Стены } 3.78 \text{ м}^3 + 2.1 \text{ м}^3 - 0.468 \text{ м}^3 - 0.227 \text{ м}^3 = 5.185 \text{ м}^3$$

$$\text{Потолочное перекрытие } 2.65 \text{ м}^3$$

$$\text{Половое покрытие } 2.65 \text{ м}^3$$

$$\text{Итого объем смеси} = 5.185 + 2.65 + 2.65 = 10.468 \text{ м}^3$$

$$\text{Масса ангидрито-шлаковой смеси: } 10.468 \text{ м}^3 \times 1760 \text{ кг/м}^3 = 18423.7 \text{ кг}$$

$$\text{Масса смеси потолочного перекрытия: } 2.65 \text{ м}^3 \times 1760 \text{ кг/м}^3 = 4664 \text{ кг}$$

$$\text{Масса смеси полового покрытия: } 2.65 \text{ м}^3 \times 1760 \text{ кг/м}^3 = 4664 \text{ кг}$$

$$\text{Масса смеси стен } 5.185 \times 1760 = 9125.6 \text{ кг}$$

Подсчитаем, какое количество ангидритового вяжущего, шлака и воды необходимо для изготовления одного модуля из весового соотношения 0.9:0.7:0.16 = ангидритовое вяжущее : шлак : вода.

$0.9+0.7+0.16 = 1.76$  масса ангидрито-шлаковой смеси составляет 18423.7 кг.

$$\text{Тогда, ангидритового вяжущего: } (18423.7/1.76) \times 0.9 = 9421.3 \text{ кг}$$

$$\text{Шлак: } (18423.7/1.76) \times 0.7 = 7327.7 \text{ кг}$$

$$\text{Вода: } (18423.7/1.76) \times 0.2 = 1674.9 \text{ кг}$$

Возьмем р/бетоносмеситель с разовой загрузкой  $0.6 \text{ м}^3$  или 1056 кг.

Тогда, компоненты шихты дозируются в весовом соотношении:

$$0.9:0.7:0.16 = \text{ангидритовое вяжущее : шлак : вода}$$

$$0.9+0.7+0.16 = 1.76 \text{ весовые части массы составляют } 1056 \text{ кг}$$

$$\text{Ангидритовое вяжущее: } (1056/1.76) \times 0.9 = 540 \text{ кг}$$

$$\text{Шлак: } (1056/1.76) \times 0.7 = 420 \text{ кг}$$

$$\text{Вода: } (1056/1.76) \times 0.2 = 96 \text{ кг}$$

$$\text{Плотность: } \rho(\text{ангидритового вяжущего}) = 1300-1400 \text{ кг/м}^3$$

$$\rho(\text{шлака}) = 900-1100 \text{ кг/м}^3$$

$$\rho(\text{воды}) = 1000 \text{ кг/м}^3$$

Объем бункеров:

$$\text{Ангидритовое вяжущее: } 540/1400 = 0.386 \text{ м}^3$$

$$\text{Шлак: } 420/1100 = 0.382 \text{ м}^3$$

Емкость для воды рассчитана на запас воды для изготовления целого модуля

$$\text{Вода: } 96 \times 10 / 1000 = 0.96 \text{ м}^3$$

Коэффициент наполняемости  $k = 0.75$  следовательно,

$$\text{Емкость скипа будет равна } 0.386 \text{ м}^3 + 0.382 \text{ м}^3 / 0.75 = 1.024 \text{ м}^3$$

Для изготовления одного модуля потребуется 10 замесов в р/бетоносмесителе.

Определим объем и габаритные размеры для расходных бункеров под ангидритовое вяжущее и шлак с учетом недельного запаса. Выходное отверстие во всех бункерах будет  $D = 0.5\text{м}$ . Расходный бункер представлен на рисунке 1.

Так как для изготовления одного каркасно-монолитного модуля потребуется ангидритового вяжущего –  $3.86 \text{ м}^3$  или  $6793.6 \text{ кг}$ , для шлака –  $3.82 \text{ м}^3$  или  $6723.2 \text{ кг}$ , то возьмем два бункера для этих компонентов объемом  $\approx 19.5 \text{ м}^3$  каждый.

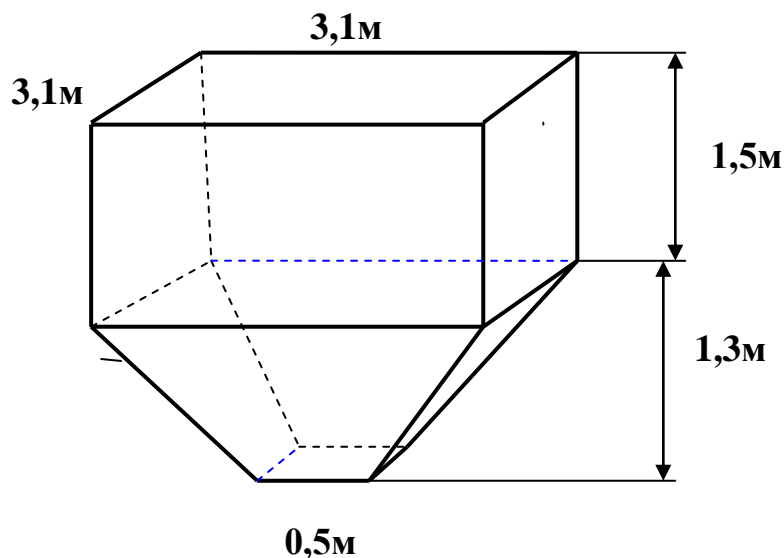


Рисунок 1 – Расходный бункер

Изображение емкости для воды представлено на рисунке 2. Габаритные размеры емкости для воды объемом  $1 \text{ м}^3$ :

$$R = 0.5 \text{ м}$$

$$H = 1.1 \text{ м}$$

$$r = 0.2 \text{ м}$$

$$h = 0.5 \text{ м}$$

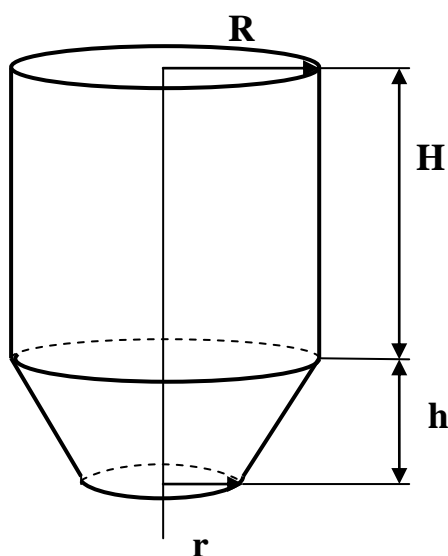


Рисунок 2 – Емкость для воды

Определяем объем и габаритные размеры скипа:

$$V = 1.5 \text{ м}^3$$

$$R = 0.8 \text{ м}$$

$$H = 0.6 \text{ м}$$

$$r = 0.25 \text{ м}$$

$$h = 0.3 \text{ м}$$

Устройство, размеры и основные технические характеристики р/бетономесителя представлены в Приложении 2.

Описание шнекового транспортера представлено в Приложении 3.

### **3.3. Описание производственной площадки цеха по производству каркасно-монолитных модулей**

Производственная площадка общей площадью  $2000 \text{ м}^2$ . На площадке расположен цех по производству каркасно-монолитных модулей площадью  $S = 25 \times 68 = 1700 \text{ м}^2$ . В цехе расположены: механический участок, склад для сырья (ангидритового вяжущего и шлака), складское оборудование для

металлопроката и другого оборудования для производственных работ, производственный цех в котором непосредственно готовится ангидрито-шлаковый бетон для модулей, склад полуфабрикатов и склад готовой продукции. В цокольном этаже здания расположена котельная, которая работает на газе и используется для обеспечения производственного процесса в холодное время года. Так же там расположен санузел в помещении предусмотрен санузел и офисный кабинет.

Подведены все коммуникации (электричество, канализация и др.), есть источник питьевой воды (подземная скважина).

План цеха представлен в Приложении 4

## 4. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ

### 4.1 Расчет затрат на проведение НИОКР

Планирование НИОКР заключается в составлении перечня работ, необходимых для достижения поставленной задачи; определении участников каждой работы; установлении продолжительности работ в рабочих днях.

Для НИР, заканчивающихся внедрением разрабатываемой конструкции или технологического процесса, сложились определенные этапы выполнения, как теоретических исследований, так и опытно-конструкторских разработок.

Перечень работ и оценка времени их выполнения

Перечень работ и оценка времени их выполнения указаны в таблице 4

Таблица 4 - Перечень работ и оценка времени их выполнения

№ п/п	Наименование работ	Количество исполнителей(научный руководитель-16 разряд(НР), инженер-10 разряд(И))	Продолжительность, дней
1	Получение задания	НР, И	1
2	Подбор и изучение литературы для написания проекта	И	4
3	Постановка и оформление цели и задач для написания проекта	И	3
4	Консультация с научным руководителем	НР, И	1
5	Разработка технологической схемы	И	7
6	Консультация с научным руководителем	НР, И	1
7	Разработка плана цеха по производству ангидритовых каркасно-монолитных модулей помещений	И	14

Продолжение таблицы 4

№ п/п	Наименование работ	Количество исполнителей(научный руководитель-16 разряд(НР), инженер-10 разряд(И))	Продолжительность, дней
8	Консультация с научным руководителем	НР, И	1
9	Расчет проектной производительности цеха	И	3
10	Консультация с научным руководителем	НР, И	1
11	Расчет габаритных размеров оборудования, подбор оборудования	И	4
12	Проектирование цеха	И	8
13	Консультация с научным руководителем	НР, И	1
14	Внесение корректив в разработки и расчеты	НР, И	1
15	Оформление теоретической части проекта	И	6
16	Оформление расчетной части проекта	И	5
17	Оформление графической части проекта	И	5
18	Оформление презентации для защиты дипломного проекта	И	3
19	Написание доклада для защиты дипломного проекта	И	2
20	Консультация с научным руководителем	НР, И	1
Всего		Инженер Научный руководитель	72 7



Смета затрат на проект

$$K_{\text{пр}} = U_{\text{мат}} + U_{\text{ам}} + U_{\text{зп}} + U_{\text{со}} + U_{\text{пр}} + U_{\text{накл}}, \text{ руб} \quad (8)$$

Затраты на проект представлены в таблице 5

а)  $U_{\text{мат}}$  – материальные затраты на проект представлены в таблице 6

Таблица 6 - Материальные затраты на проект

№ п/п	Наименование товара	Количество, шт	Цена, рублей
1	Пачка бумаги	1	250
2	Ручки шариковые	1	25
3	Заправка картриджа	1	600
Итого			875

б)  $U_{\text{ам}}$  – амортизация;

$$KT = \frac{T_{\text{исп к.т.}}}{T_{\text{кол}}} \times C_{\text{к.т.}} \times \frac{1}{T_{\text{сл}}}, \text{ руб} \quad (9)$$

$T_{\text{исп к.т.}} = 68$  дней – время использования компьютера за период написания проекта;

$T_{\text{кол}} = 365$  – дней в году;

$C_{\text{к.т.}} = 28000$  руб. – цена компьютера;

$T_{\text{сл}} = 5$  лет – срок службы компьютера.

$$KT = \frac{68}{365} \times 28000 \times \frac{1}{5} = 1044 \text{ руб}$$

в)  $U_{\text{зп}}$  – заработная плата;

Расчет заработной платы для инженера:

$$U_{\text{зп}}^{\text{мес}} = ЗП_0 \times k_1 \times k_2 \quad (10)$$

$ЗП_0 = 14500$  – месячный оклад инженера;

$k_1 = 1,1$  – коэффициент, учитывающий отпуск;

$k_2 = 1,3$  – районный коэффициент.

$$U_{\text{зп}}^{\text{мес}} = 14500 \times 1,1 \times 1,3 = 20735, \text{ руб}$$

Расчет заработной платы для научного руководителя:

$$U_{зп}^{\text{мес}} = (3П_0 \times k_1 + Д) \times k_2 \quad (11)$$

$3П_0 = 27000$  – месячный оклад доцента;

$k_1 = 1,1$  – коэффициент, учитывающий отпуск;

$k_2 = 1,3$  – районный коэффициент;

$Д = 2500$  – доплата за интенсивность труда доцента.

$$U_{зп}^{\text{мес}} = (27000 \times 1,1 + 2500) \times 1,3 = 41860 \text{ руб}$$

Так как инженер работал над проектом 72 дней, то его заработная плата за период написания проекта составит:

$$U_{зп}^{\phi} = \frac{U_{зп}^{\text{мес}}}{21} \times n \quad (12)$$

$U_{зп}^{\text{мес}} = 20735$  – заработная плата инженера за месяц;

$n$  – количество отработанных дней.

$$U_{зп}^{\phi} = \frac{20735}{21} \times 72 = 71092 \text{ руб}$$

Так как научный руководитель работал над проектом 7 дней, то его заработная плата за период написания проекта составит:

$$U_{зп}^{\phi} = \frac{U_{зп}^{\text{мес}}}{21} \times n \quad (13)$$

$U_{зп}^{\text{мес}} = 41860$  – заработная плата научного руководителя за месяц;

$n$  – количество отработанных дней.

$$U_{зп}^{\phi} = \frac{41860}{21} \times 7 = 13954 \text{ руб}$$

$$\PhiЗП = 3П_{\text{инж}} + 3П_{\text{нр}} = 71092 + 13954 = 85046 \text{ руб}$$

г)  $U_{\text{со}}$  – социальные отчисления;

Социальные отчисления составляют 30% от ФЗП.

$$U_{\text{со}} = 0,3 \times 85046 = 25513,8 \text{ руб}$$

д)  $U_{\text{пр}}$  – прочие затраты;

$$U_{\text{пр}} = 10\% \times (U_{\text{мат}} + U_{\text{ам}} + U_{\text{зп}} + U_{\text{со}}) \quad (14)$$

$$U_{\text{пр}} = 0,1 \times (875 + 1044 + 71092 + 13954 + 25513,8) = 11247,9$$

е)  $U_{\text{накл}}$  – накладные расходы;

$$U_{\text{накл}} = 200\% \times \PhiЗП \quad (15)$$

$$U_{\text{накл}} = 2 \times 85046 = 170092 \text{ руб}$$

Таблица 5 - Затраты на проект

№ п/п	Элементы затрат	Стоимость, руб
1	Материальные затраты	875
2	Амортизация	1044
3	Заработная плата	85046
4	Социальные отчисления	25513,8
5	Прочие затраты	11247,9
6	Накладные расходы	170092
Всего		293818,7

#### 4.2 Определение предотвращенного экологического ущерба.

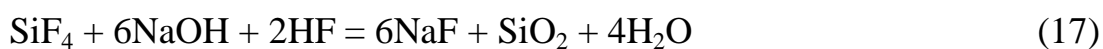
Фтороводород получают на сублиматном заводе СХК путем сернокислотного разложения плавикового шпата.

Фтороводород направляют далее на конденсацию и очистку, а сульфат кальция, содержащий в своем составе в среднем 5 % масс. серной кислоты и также в среднем 0,5 % масс. фтороводорода, направляют в репульпатор, куда подают воду до соотношения Ж:Т = (15-20) : 1 и раствор гидроксида натрия для нейтрализации кислых компонентов (серной кислоты и фтороводорода), после чего с помощью пульпонасоса пульпу по шламовой линии выкачивают в р. Ромашка, а затем в рр. Томь и Обь.

В плавиковом шпате марки ФФ95 содержится до 1 % масс. SiO<sub>2</sub>, а в ФФ92 – до 1,5 % SiO<sub>2</sub>, который взаимодействует с образующимся HF по реакции:



Образовавшийся газообразный  $\text{SiF}_4$  конденсируется совместно с фтороводородом, отгоняется в ректификационной колонне и улавливается в абсорбере с помощью гидроксида натрия по реакции:



После абсорбера все продукты сливаются в тот же репульпатор с фторангидритом.

Токсикантами для водоемов в данном случае являются фтор-ион (фторид натрия – водорастворимое соединение) и сульфат-ион (сульфаты натрия и кальция – водорастворимые соединения).

В связи с отсутствием данных о количестве образующегося сернистого ангидрида ( $\text{SO}_2$ ) в процессе сернокислотного разложения плавикового шпата, который затем конденсируется в системе улавливания фтороводорода и нейтрализуется в абсорбере совместно с  $\text{SiF}_4$  и также сбрасывается в водоем в виде сульфата натрия, данный токсикант рассчитываться не будет.

Укрупненная оценка предотвращения эколого-экономического ущерба от загрязнения реки Оби нейтрализованным распульпованным отвалом фтороводородных печей проводится на основании приказа № 71 от 30 марта 2007 г. Министерства природных ресурсов РФ «Об утверждении методики исчисления размера вреда, причиненного водным объектам вследствие нарушения водного законодательства», зарегистрированного в Минюсте РФ 15 мая 2007 г., N 9471.

Исчисление размера вреда, причиненного водному объекту сбросом вредных (загрязняющих) веществ в составе сточных вод, производится по формуле:

$$У = K_{\text{вг}} K_{\text{дл}} K_{\text{в}} K_{\text{ин}} \sum_i^{i=n} H_i M_i K_{\text{из}} \quad (18)$$

Где  $У$  - размер вреда, тыс. руб.;

$K_{\text{вз}}$  - коэффициент, учитывающий природно-климатические условия в зависимости от времени года.

$K_{\text{дл}}$  - коэффициент, учитывающий длительность негативного воздействия вредных (загрязняющих) веществ на водный объект при принятии мер по его ликвидации.

$K_{\text{э}}$  - коэффициент, учитывающий экологические факторы (состояние водных объектов).

$K_{\text{ин}}$  - коэффициент индексации, учитывающий инфляционную составляющую экономического развития.

$M_i$  - масса сброшенного  $i$ -го вредного (загрязняющего) вещества определяется по каждому ингредиенту загрязнения.

Масса сброшенного вредного (загрязняющего) вещества в составе сточных вод при наличии документов, на основании которых возникает право пользования водными объектами, определяется по формуле:

$$M_i = Q_i(C_{\text{фи}} - C_{\text{ди}})T \times 10^{-6} \quad (19)$$

где  $M_i$  - масса сброшенного  $i$ -го вредного (загрязняющего) вещества, т;

$i$  - загрязняющее вещество, по которому исчисляется размер вреда;

$Q_i$  - расход сточных вод с превышением содержания  $i$ -го вредного (загрязняющего) вещества определяется по приборам учета, а при их отсутствии - расчетным путем в соответствии с документами, на основании которых возникает право пользования водными объектами, и иными документами, регламентирующими порядок расчета объема сброса сточных вод, м<sup>3</sup>/час;

$C_{\text{фи}}$  - средняя фактическая за период сброса концентрация  $i$ -го вредного (загрязняющего) вещества в сточных водах, определяемая по

результатам анализов аттестованной и (или) аккредитованной лаборатории как средняя арифметическая из общего количества результатов анализов за период времени  $T$ , мг/л;

$C_{di}$  - концентрация  $i$ -го вредного (загрязняющего) вещества, исходя из которой установлен предельно допустимый или временно согласованный норматив (лимит) сброса, мг/л;

$T$  - продолжительность сброса сточных вод с повышенным содержанием вредных (загрязняющих) веществ, определяемая с момента обнаружения сброса до его прекращения, час;

$10^{-6}$  - коэффициент пересчета массы вредного (загрязняющего) вещества из мг/л в т/м<sup>3</sup>.

$H_i$  - таксы для исчисления размера вреда от сброса  $i$ -го вредного (загрязняющего) вещества в водные объекты

$K_{из}$  - коэффициент, учитывающий интенсивность негативного воздействия вредных (загрязняющих) веществ на водный объект

В речку сбрасывается 1200 тонн фторангидрита в соотношении с водой (Т:Ж) = 1 : 16, который состоит из следующих химических соединений:

$CaSO_4$  – 94,5 % масс., или 1134т/год;

$H_2SO_4$  – 5 % масс., или 60 т/год;

$HF$  – 0,5 % масс., или 6 т/год;

$H_2O$  – 19 200 т/год.

Для нейтрализации кислых компонентов фторангидрита добавляют гидроксид натрия (NaOH) в стехиометрических количествах с 0.1%-ым избытком, т.е. 61 тонну в год.

Таким образом, в р. Томь сбрасывают в составе фторангидрита 5.7 тонны фтор-иона и 859.3 тонну сульфатов (кальция и натрия), а также 0.09 тонны гидроксида натрия, т.е. в пересчете на концентрацию фтор-иона и сульфат-иона в сточных водах составит

$$C = m_{\text{иона}} / Q_{\text{жид}} \quad (20)$$

$$C_{\text{фи}} = (5.7 / 19200) \times 10^6 = 296 \text{ мг/л}$$

$$C_{\text{си}} = (859.3 / 19200) \times 10^6 = 44752 \text{ мг/л}$$

Для фтор-иона ПДК = 1,5 мг/л, для сульфатов ПДК = 500 мг/л.

Следовательно, превышение по концентрациям составляет:

$$C_{\text{фи}} / \text{ПДК}_{\text{фи}} = 296 / 1.5 = 197 \text{ раз} - \text{ по фтор-иону,}$$

$$C_{\text{си}} / \text{ПДК}_{\text{си}} = 44752 / 500 = 89.5 \text{ раз} - \text{ по сульфат-иону}$$

Количество сбрасываемого фтор-иона из абсорбера зависит от используемого плавикового шпата:

При использовании ФФ95 количество фтор иона  $m_{\text{фи}}^{\text{ФФ95}} = 12.2$  т/год, расход нейтрализатора  $m_{\text{NaOH}}^{\text{ФФ95}} = 25.7$  т/год.

При использовании ФФ92 количество фтор-иона  $m_{\text{фи}}^{\text{ФФ92}} = 18.3$  т/год, расход нейтрализатора  $m_{\text{NaOH}}^{\text{ФФ92}} = 38.64$  т/год.

В пересчете на концентрацию фтор-иона в сточных водах составит:

$$C_{\text{фи}}^{\text{ФФ95}} = (12.2 / 19200) \times 10^6 = 636.6 \text{ мг/л}$$

$$C_{\text{фи}}^{\text{ФФ92}} = (18.3 / 19200) \times 10^6 = 953 \text{ мг/л.}$$

Следовательно, превышение по концентрации фтор-иона составляет:

$$C_{\text{фи}}^{\text{ФФ95}} / \text{ПДК}_{\text{фи}} = 636.6 / 1.5 = 424 \text{ раза}$$

$$C_{\text{фи}}^{\text{ФФ92}} / \text{ПДК}_{\text{фи}} = 953 / 1.5 = 635 \text{ раза.}$$

Масса сброшенного фтор-иона в составе сточных вод:

При использовании ФФ95

$$M_{\text{фи}}^{\text{фф}95} = Q_{\text{жид}} \left( (C_{\text{фи}} + C_{\text{фи}}^{\text{фф}95}) - \text{ПДК}_{\text{фи}} \right) T \cdot 10^{-6}$$

$$M_{\text{фи}}^{\text{фф}95} = 19200 \times (296 + 636.6) - 1.5) \times 8760 \times 10^{-6} = 156982 \text{ усл.т} = 157$$

тыс. т.

При использовании ФФ92

$$M_{\text{фи}}^{\text{фф}92} = Q_{\text{жид}} \left( (C_{\text{фи}} + C_{\text{фи}}^{\text{фф}92}) - \text{ПДК}_{\text{фи}} \right) T \cdot 10^{-6}$$

$$M_{\text{фи}}^{\text{фф}92} = 19200 \times (296 + 953) - 1.5) \times 8760 \times 10^{-6} = 210518 \text{ усл.т} = 210 \text{ усл.}$$

тыс. т.

Масса сброшенного сульфат-иона в составе сточных вод:

$$M_{\text{си}} = Q_{\text{жид}} (C_{\text{си}} - \text{ПДК}_{\text{си}}) T \times 10^{-6}$$

$$M_{\text{си}} = 19200 \times (44752 - 500) \times 8760 \times 10^{-6} = 83731864 \text{ усл.т} = 7443 \text{ усл.}$$

тыс. т.

Тогда ущерб или вред окружающей среде для Томской области в 2015 году составил:

При использовании ФФ95

$$\begin{aligned} u_{\text{фф}95} &= K_{\text{вг}} K_{\text{дл}} K_{\text{в}} K_{\text{ин}} \left( (H_{\text{фи}} M_{\text{фи}}^{\text{фф}95} K_{\text{из}}^{\text{фи}}) + (H_{\text{си}} M_{\text{си}} K_{\text{из}}^{\text{си}}) \right) = \\ &= 1,16 \times 5 \times 1,22 \times 1 \left( (170 \times 157 \times 10) + (6 \times 7443 \times 10) \right) \\ &= 5048585 \text{ руб} = 5.05 \text{ млн руб/год} \end{aligned}$$

При использовании ФФ92

$$\begin{aligned} u_{\text{фф}92} &= K_{\text{вг}} K_{\text{дл}} K_{\text{в}} K_{\text{ин}} \left( (H_{\text{фи}} M_{\text{фи}}^{\text{фф}92} K_{\text{из}}^{\text{фи}}) + (H_{\text{си}} M_{\text{си}} K_{\text{из}}^{\text{си}}) \right) = \\ &= 1,16 \times 5 \times 1,22 \times 1 \left( (170 \times 210 \times 10) + (6 \times 7443 \times 10) \right) = \\ &= 5686132 \text{ руб} = 5.7 \text{ млн руб/год} \end{aligned}$$



В случае утилизации сульфаткальциевых отходов, (тем самым исключается загрязнение окружающей среды 5.7 тонной фтор-ионом, 859.3 тоннами сульфатов (кальция и натрия)), экологический ущерб составляет:

При использовании ФФ95

$$M_{\text{фи}}^{\text{фф}95} = Q_{\text{жид}} (C_{\text{фи}}^{\text{фф}95} - \text{ПДК}_{\text{фи}}) T \times 10^{-6}$$

$$M_{\text{фи}}^{\text{фф}95} = 19200(636,6 - 1,5)8760 \times 10^{-6} = 107 \text{ тыс.т}$$

$$\begin{aligned} u^{\text{фф}95} &= K_{\text{вг}} K_{\text{дл}} K_{\text{в}} K_{\text{ин}} \left( H_{\text{фи}} M_{\text{фи}}^{\text{фф}95} K_{\text{из}}^{\text{фи}} \right) = 1,16 \times 5 \times 1,22 \times 1(170 \times 107 \times 10) \\ &= 1.3 \text{ млн. руб/год} \end{aligned}$$

При использовании ФФ92

$$M_{\text{фи}}^{\text{фф}92} = Q_{\text{жид}} (C_{\text{фи}}^{\text{фф}92} - \text{ПДК}_{\text{фи}}) T \times 10^{-6}$$

$$M_{\text{фи}}^{\text{фф}92} = 19200(953 - 1,5)8760 \times 10^{-6} = 160 \text{ тыс.т}$$

$$\begin{aligned} u^{\text{фф}92} &= K_{\text{вг}} K_{\text{дл}} K_{\text{в}} K_{\text{ин}} \left( H_{\text{фи}} M_{\text{фи}}^{\text{фф}92} K_{\text{из}}^{\text{фи}} \right) = 1,16 \times 5 \times 1,22 \times 1(170 \times 160 \times 10) \\ &= 2 \text{ млн. руб/год} \end{aligned}$$

Этот расчет приведен без учета потребляемой из недр Земли (подземная скважина) воды, используемой для распульповывания фторангидрита, разбавления и получения необходимой концентрации натриевой щелочи и потребления воды для охлаждения и нужд коммунально-бытового снабжения производства фтороводорода.

Количество используемого плавикового шпата разных марок – неизвестно.

### 4.3 Экологический эффект использования отходов фторводородного производства для бассейна реки Томи

Затраты на нейтрализующий агент (NaOH) составят:

$$Z_{NaOH}^{\Phi\Phi95} = (61 + 25.7) \text{ т} \times 19000 \text{ руб./т} = 1.7 \text{ млн. руб.}$$

$$Z_{NaOH}^{\Phi\Phi92} = (61 + 38.64) \text{ т} \times 19000 \text{ руб./т} = 1.9 \text{ млн. руб.}$$

Затраты на ремонт и содержание пульпопровода, через который фторангидриновая пульпа сливается в р. Ромашку, а затем в р. Томь – неизвестны.

Таким образом, общие затраты СХК на сброс отходов фторводородного производства составляют:

При использовании плавикового шпата ФФ95:

$$Z_{\text{общ}}^{\Phi\Phi95} = y^{\Phi\Phi95} + Z_{NaOH}^{\Phi\Phi95} + Z_{\text{доп}} = 5.05 + 1.7 + Z_{\text{доп}} = \text{более } 6.7 \text{ млн. руб}$$

Где  $Z_{\text{доп}}$  - затраты на содержание пульпопровода.

При использовании плавикового шпата ФФ92:

$$Z_{\text{общ}}^{\Phi\Phi92} = y^{\Phi\Phi92} + Z_{NaOH}^{\Phi\Phi92} + Z_{\text{доп}} = 5.7 + 1.9 + Z_{\text{доп}} = \text{более } 7.6 \text{ млн. руб}$$

В случае переработки фторангидрита по предложенной технологии исключаются затраты на приобретение щелочного нейтрализатора, содержание пульпопровода, а так же уменьшается экологический ущерб, тогда затраты составляют:

При использовании плавикового шпата ФФ95 – около 1.3 млн.руб

При использовании плавикового шпата ФФ92 – около 2 млн.руб

Т.е внедрение технологии уменьшает затраты СХК до:

$$6.7 - 1.3 = 5.4 \text{ млн.руб/год при использовании плавикового шпата ФФ95}$$

$$7.6 - 2 = 5.6 \text{ млн.руб/год при использовании плавикового шпата ФФ92}$$

Но для того, чтобы сэкономить указанные затраты, СХК необходимо смонтировать отделение технологически и экологически безопасной

контейнерной отгрузки фторангидрита потребителям, сумма затрат на которое составит 4.7 млн. рублей.

Тогда экономический эффект от утилизации указанных отходов составит в пересчете на 1 тонну фторангидрита

$$(5.4 - 4.7)/1200 = \mathbf{583 \text{ руб/т (ФФ95)}}$$

$$(5.6 - 4.7)/1200 = \mathbf{750 \text{ руб/т (ФФ92).}}$$

Технико – экономический расчет Каркасно-монолитного

модуля помещения представлен в приложении 7.

## **5. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ**

Цех по производству каркасно-монолитных модулей помещений планируется расположить в Томской области, в связи с расположением в этом районе поставщика фторангидритового сырья. Общая площадь производственной площадки 1700м<sup>2</sup>. Технология производства подразумевает погрузочно-разгрузочные работы, сварочные работы, работы по монтажу и демонтажу металлических каркасов, а также производство строительной смеси и подача ее к месту заливки.

### **5.1. Производственная безопасность**

Производственная среда – это часть техносферы, обладающая повышенной концентрацией негативных факторов. [46].

Производственные факторы делятся на опасные и вредные: Опасный производственный фактор – фактор среды и трудового процесса, воздействие которого на работающего в определенных условиях может быть причиной травмы, острого заболевания или внезапного резкого ухудшения здоровья, даже смерти.

Вредный производственный фактор - фактор среды и трудового процесса, воздействие которого на работающего в определенных условиях может привести к заболеванию, снижению работоспособности и(или) отрицательному влиянию на здоровье будущего потомства.

В зависимости от количественной характеристики и продолжительности действия отдельные вредные производственные факторы могут стать опасными. [47].

#### **5.1.1 Микроклимат на рабочем месте**

Для эффективного теплообмена организма человека со средой обитания и организации комфортных условий производства необходимы следующие оптимальные параметры микроклимата:

- относительная влажность воздуха 40–60% (но не менее 20 и не выше 75%);
- температура воздуха 18–22°C (но не менее 13 и не выше 28°C);
- скорость движения воздуха 0.2-0.3 м/с (но не менее 0.1 и не более 1.5 м/с).

Для различных категорий работ и сезонов года (теплый, холодный) комфортные и допустимые условия труда человека устанавливаются в соответствии с ГОСТ 12.1.005 – 88 и СанПиН 2.2.4.548 – 96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений».

Цех по производству КММП будет функционировать только в теплое время года. Согласно нормативным документам приведенным выше по температурному режиму условия относятся к допустимым параметрам микроклимата.

Факторов влияющих на относительную влажность и скорость движения воздуха на предприятии не выявлено.

Дополнительно предъявляются следующие требования по вентиляции рабочих и жилых помещений различного назначения исходя из потребности притока свежего воздуха за 1 мин на 1 м<sup>2</sup> пола помещения:

- 0.15 м<sup>3</sup> – для конторских помещений, музеев, вокзалов;
- 0.3 м<sup>3</sup> – для обычных рабочих помещений, поликлиник, больниц;
- 0.5 м<sup>3</sup> – для аудиторий, судебных помещений, универмагов, библиотек;
- 0.6 м<sup>3</sup> – для лабораторий, операционных, помещений тяжелых работ.

Вентиляция – это организованный воздухообмен, заключающийся в удалении из рабочего помещения загрязненного воздуха и подаче вместо него свежего наружного (или очищенного) воздуха. [47]

При естественной вентиляции воздухообмен осуществляется из-за разницы давления снаружи и внутри здания через дверные и оконные проемы, а так же неплотности при их монтаже. В случае принудительной механической вентиляции, осуществляемой с помощью специальных вентиляционных устройств, механизмов, различают местную и общеобменную механическую вентиляцию (по месту действия).

Общеобменная вентиляция применяется, когда вредные вещества, теплота, влага выделяются равномерно по всему помещению. Местная вытяжная вентиляция, улавливающая вредные вещества в местах их выделения, позволяет значительно сократить воздухообмен в помещении. На производстве часто устраивают комбинированные системы вентиляции (общеобменную с местной, общеобменную с аварийной и т.п.). [48].

Для цеха по производству каркасно-монолитных модулей предусмотрена механическая общеобменная вытяжная вентиляция с циклоном для удаления цементной ангидритовой пыли, паров воды и пыли, шлака

При проведении настоящих исследований были задействованы следующие вредные вещества:

Ангидритовый цемент ПДК р.з. =  $6 \text{ мг/м}^3$  класс опасности - 3;

Шлак ПДК р.з. =  $6 \text{ мг/м}^3$  класс опасности - 3.

### **5.1.2 Защита от шума и вибрации**

Некоторые производственные процессы сопровождаются значительным шумом и вибрацией. Общим свойством этих физических процессов является то, что они связаны с переносом энергии. При

определенной величине и частоте эта энергия может оказывать неблагоприятное воздействие на человека.

Вибрация — это колебательный процесс, при котором отдельные элементы механических и других систем периодически проходят через положение равновесия.

Основными источниками вибраций являются электрические приводы, рабочие органы машин ударного действия, вращающиеся массы, подшипниковые узлы, зубчатые зацепления и т.д.

Ощущение вибрации воспринимается человеком посредством воздействия колебательных движений на кожный покров, нервно-мышечную и костную ткань. Вибрация может оказывать двойное воздействие на организм. При высокой интенсивности и продолжительном воздействии, она может вызвать тяжелое заболевание. При небольших интенсивностях и продолжительности, вибрация может снизить утомляемость, повысить обмен веществ, тонус и т.п.

Допустимые значения параметров вибрации приведены в ГОСТ 12.1.012 – 90 и в ГН 2.2.4/2.1.566 – 96 «Допустимые уровни вибрации на рабочих местах, в помещениях жилых и общественных зданий».

Основным направлением по защите персонала от вибраций является автоматизация и механизация производственных процессов. Однако в тех случаях, когда автоматизация и механизация невозможны, используются следующие методы и средства борьбы с вибрациями:

Снижение возможности виброгенерации в источнике, снижение вибрации на путях ее распространения, вибропоглощение, виброгашение и др.

Для защиты от вибрации при работе с ручным механизированным электрическим и пневматическим инструментом применяются разнообразные индивидуальные средства защиты: виброзащитные рукоятки, виброзащитные рукавицы или перчатки и др. Для защиты работающих от

вибрации, передаваемой через ноги, используется специальная виброзащитная обувь.

Шум - совокупность различных по силе и частоте звуков, возникающих в результате колебательного движения частиц в упругих средах (твердых, жидких, газообразных).

По происхождению шум может быть механическим, аэрогидродинамическим и электромагнитным.

Механический шум возникает в результате ударов в сочленяющихся частях машин, их вибрации, что имеет место при механической обработке деталей, в зубчатых передачах, в подшипниках качения и т.п. Аэрогидродинамический шум появляется в результате пульсации давления в газах при их движении в трубопроводах и каналах (турбомашины, насосные агрегаты, вентиляционные системы, компрессоры и т.п.). Электромагнитный шум является результатом растяжения и изгиба ферромагнитных материалов при воздействии на них переменных электромагнитных полей (электрических машин, трансформаторов, дросселей и т.п.).

Воздействие шума на человека проявляется от субъективного раздражения до объективных патологических нарушений функции органов слуха, центральной нервной системы, сердечнососудистой системы, внутренних органов. Под воздействием шума снижается внимание, работоспособность.

При нормировании шумовых характеристик рабочих мест, как правило, регламентируют общий шум на рабочем месте независимо от числа источников шума в помещениях и характеристик каждого в отдельности. Нормативным документом, регламентирующим уровни шума для различных категорий рабочих мест, является ГОСТ 12.1.003 – 83 «ССБТ. Шум. Общие требования безопасности». Уровни шума для территории жилой и производственной застройки и для различных видов помещений регламентируются ГН 2.2.4/2.1.8.562 – 96 «Допустимые уровни шума на



рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки».

Для защиты от шума применяются следующие основные принципы: снижение шума в источнике, ослабление его на пути распространения и применение административных (организационных) мер.

В качестве средств для временной защиты людей от шума и в случаях, когда применение других методов борьбы с шумами недостаточно, применяются индивидуальные средства. Они бывают внутреннего и наружного типов. К внутренним относятся вкладыши, закладываемые в слуховой канал уха, а к наружным – наушники, шлемы, каски.

Для снижения шума аэродинамических установок и устройств (вентиляционные установки, воздухопроводы, пневмоинструмент, газотурбины, компрессоры и др.) применяются глушители шума.[49]

В цехе по производству каркасно-монолитных модулей источниками шума и вибрации служат растворомешалка и вытяжная вентиляция. Растворобетонотомешалка создает механический шум и вибрацию за счет передачи вращательного момента от электродвигателя лопастям мешалки. Для уменьшения шума и вибрации корпус растворомешалки помещен на шасси. Для снижения аэродинамического шума при работе вентиляции необходимо установить глушитель реактивного типа на воздухопровод, выбросовая скорость, создаваемая вентилятором не превышает 1,2 м/с, интенсивность шума не превышает допустимое значение 70 дБ.

### **5.1.3 Защита от электромагнитного, ультрафиолетового и инфракрасного излучения**

Источником электромагнитных полей промышленной частоты являются токоведущие части действующих электроустановок. Длительное воздействие электромагнитного поля на организм человека может вызвать нарушение функционального состояния нервной и сердечнососудистой систем, что выражается в повышенной умственной утомляемости, снижении

качества выполнения рабочих операций, сильных болях в области сердца, изменении кровяного давления и пульса.

Оценка опасности воздействия электромагнитного поля на человека производится по величине электромагнитной энергии, поглощаемой телом человека, с учетом электрической и магнитной напряженности поля. Практически при обслуживании даже мощных электроустановок высокого напряжения магнитная напряженность значительно меньше опасной (в 8 раз), поэтому оценку потенциальной опасности воздействия электромагнитного поля достаточно производить по величине электрической напряженности поля. В соответствии с ГОСТ 12.1.002 – 84 и СанПиН 5802 – 91 нормы допустимых уровней напряженности электрических полей зависят от времени пребывания человека в контролируемой зоне. Присутствие персонала на рабочем месте в течении 8 ч допускается при напряженности, не превышающей 5 кВ/м.

Источником УФ и инфракрасного излучения на внедряемом производстве является сварочная дуга.

Ультрафиолетовое излучение – это электромагнитные волны с длиной волны от 0.0136 до 0.4 мкм. Различают три участка спектра ультрафиолетового (УФ) излучения, имеющих различную биологическую активность. Ультрафиолетовое излучение с длиной волны 0,4...0,315 мкм имеет слабое биологическое воздействие. УФ – лучи в диапазоне 0,315...0,28 мкм оказывают сильное воздействие на кожу и обладают противорахитичным действием. УФ – излучения с длиной волны 0,28...0,2

При нормировании допустимых доз УФ – излучения, согласно СН 4557 – 88 и СанПиН 2.2.4/2.1.8.582 – 96, учитывается необходимость ограничений при воздействии больших интенсивных доз и в то же время обеспечения необходимых доз для предотвращения «ультрафиолетовой недостаточности».

Для защиты от ультрафиолетового излучения применяют коллективные и индивидуальные способы и средства: экранирование источников излучения и рабочих мест; удаление обслуживающего персонала от источников ультрафиолетового излучения (защита расстоянием – дистанционное управление); рациональное размещение рабочих мест; специальная окраска помещений; СИЗ и предохранительные средства (пасты и мази).

Для инфракрасного излучения характерны электромагнитные волны с длиной волны в пределах 0,76...420 мкм. Оно генерируется любым нагретым телом, температура которого определяет интенсивность и спектр излучаемой электромагнитной энергии. Нагретые тела, имеющие температуру выше 100<sup>0</sup>С, являются источниками коротковолнового инфракрасного излучения (0,7...9 мкм). С уменьшением температуры нагретого тела (50...100 <sup>0</sup>С) инфракрасное излучение характеризуется в основном длинноволновым спектром.

В зависимости от длины волны изменяется проникающая способность инфракрасного излучения. Наибольшую проникающую способность имеет коротковолновое инфракрасное излучение (0,76...1,4 мкм); инфракрасные лучи длинноволнового диапазона задерживаются в поверхностных слоях кожи.

При воздействии на глаза наибольшую опасность представляет коротковолновое излучение. Возможное последствие – появление инфракрасной катаракты.

Потенциальная опасность облучения оценивается по величине плотности потока, энергии инфракрасного излучения. Эту же величину используют для нормирования допустимой облученности на рабочих местах, которая не должна превышать 350 Вт/м. При этом ограничивается температура нагретых поверхностей. Если температура источника тепла не превышает 373К (100<sup>0</sup>С), то поверхность оборудования должна иметь

температуру не более 308К (35<sup>0</sup>С), а при температуре источника выше 373К (100<sup>0</sup>С) – не более 318К (45<sup>0</sup>С).

Основные мероприятия, направленные на снижение опасности воздействий инфракрасного излучения, состоят в следующем: снижение интенсивности источника, защитное экранирование источника или рабочего места, использования СИЗ, лечебно-профилактические мероприятия.

Средства индивидуальной защиты предназначаются для защиты глаз, лица и тела. Для защиты глаз и лица используются сварочный щиток с автоматически затемняющимся светофильтром на жидких кристаллах.

Защита поверхности тела от переоблучения инфракрасными электромагнитными волнами осуществляется с помощью спецодежды, вид которой зависит от специфики выполняемых работ (для сварщиков при высокой температуре окружающего воздуха – из полульняной пропитанной парусины; при нормальных метеоусловиях или пониженной температуре окружающей среды – из льняной пропитанной парусины).[48,50].

Так как на производственной площадке по производству каркасно-монолитных модулей расположен сварочный участок, то предусмотрены все индивидуальные средства защиты для сварщика.

#### **5.1.4 Освещенность**

Рациональное освещение помещений и рабочих мест - один из важнейших элементов благоприятных условий труда. При правильном освещении повышается производительность труда, улучшаются условия безопасности, снижается утомляемость.

Недостаточное освещение рабочего места затрудняет выполнение работы, вызывает утомление, увеличивает риск производственного травматизма. Длительное пребывание в условиях недостаточного освещения сопровождается снижением интенсивности обмена веществ в организме, ослаблением его реактивности, способствует развитию близорукости. К

таким же последствиям приводит работа при ограниченном спектральном составе света и монотонном режиме освещения.

Излишне яркий свет слепит, снижает зрительные функции, приводит к перевозбуждению нервной системы, уменьшает работоспособность, а при чрезмерной яркости может вызвать фотоожоги глаз и кожи, катаракты; и другие нарушения зрения.

В производственных условиях используются три вида освещения: естественное, искусственное и совмещенное (сочетание естественного и искусственного света).

Естественное освещение, создаваемое природными источниками света (прямые солнечные лучи, диффузный свет небосвода.), является биологически наиболее ценным видом освещения, к которому максимально приспособлен глаз человека.

Искусственное освещение на предприятиях осуществляется лампами накаливания и газоразрядными лампами. Оно может быть общим, местным и комбинированным. Предусматривается также аварийное, эвакуационное, охранное и дежурное освещение. Применение только местного освещения на производстве не рекомендуется.

В целом о качестве освещения производственных и жилых помещений, а также открытых производственных площадок и территорий можно судить по величине освещенности, измеряемой в люксах люксметром. Освещенность рабочих мест при искусственном освещении оценивается сравнением фактически измеренной освещенности с нормативной, согласно СНиП 23.05 – 95, с учетом разряда и подразряда зрительных работ (размеры объекта различения, цвет фона, величина контраста между объектом и фоном), типа освещения (общее или комбинированное) и типа светильников (лампы накаливания или люминесцентные лампы).

Нормы освещенности рабочих мест при естественном и совмещенном освещении приведены в СНиП 11 - 4 - 79 «Естественное и искусственное

освещение. Нормы проектирования» отдельно для производственных и жилых помещений. [51].

Существует два основных метода расчета освещения: точечный и метод светового потока. Для расчета равномерного искусственного освещения при горизонтальной рабочей поверхности основным является метод светового потока, отраженный от потолка и стен.

Световой поток лампы определяется по формуле:

$$\Phi = \frac{E_n S K_3 Z 100}{N \eta} \quad (21)$$

где  $E_n$  – нормируемая минимальная освещённость по СНиП 23.05 – 95, лк;

$S$  – площадь освещаемого помещения, м<sup>2</sup>;

$K_3$  – коэффициент запаса, учитывающий загрязнение светильника (источника света, светотехнической арматуры, стен, т.е. отражающих поверхностей), наличие в атмосфере цеха дыма, пыли;

$Z$  – коэффициент неравномерности освещения, отношение  $E_{\text{ср}} / E_{\text{min}}$ . Для люминесцентных ламп при расчётах берётся равным 1,1;

$N$  – число ламп в помещении;

$\eta$  - коэффициент использования светового потока.

Коэффициент использования светового потока показывает, какая часть светового потока ламп попадает на рабочую поверхность. Он зависит от индекса помещения  $i$ , типа светильника, высоты светильников над рабочей поверхностью  $h$  и коэффициентов отражения стен  $\rho_c$  и потолка  $\rho_n$ .

Индекс помещения определяется по формуле:

$$i = S / h(A+B) \quad (22)$$

Коэффициенты отражения оцениваются субъективно.

Рассчитав световой поток  $\Phi$ , зная тип лампы, по таб.7 выбирается ближайшая стандартная лампа и определяется электрическая мощность всей осветительной системы. Если необходимый поток лампы выходит за пределы

диапазона ( $-10 \div +20 \%$ ), то корректируется число светильников либо высота подвеса светильников. [52].

Таблица 7 - Основные характеристики люминесцентных ламп

Мощность, Вт	Напряжение сети, В	Световой поток, лм			
		ЛД	ЛХБ	ЛБ	ЛТБ
15	127	700	820	835	850
20	127	880	1020	1060	1060
30	220	1650	1940	2020	2020
40	220	2300	2700	2800	2850
65	220	3750	4400	4600	4600
80	220	4250	5000	5200	5200
125	220	-	8000	-	8150

Цех по производству каркасно-монолитных модулей помещений имеет размеры :

длина  $A = 68$  м,

ширина  $B = 25$  м,

высота  $H = 9$  м.

Высота рабочей поверхности  $h_{рп} = 3$  м.

Требуется создать освещенность  $E = 100$  лк.

Коэффициент отражения стен  $\rho_c = 30 \%$ , потолка  $\rho_n = 50 \%$ .

Коэффициент запаса  $K_z = 1,3$ ,

Коэффициент неравномерности  $Z = 1,15$ .

Рассчитываем систему общего люминесцентного освещения:

Для нормальных помещений с хорошим отражением потолка и стен и умеренной влажности и запылённостью подходит открытый двухламповый светильник типа ОД.

Размещение светильников в помещении определяется следующими размерами, м:

$H$  – высота помещения;

$h_c$  – расстояние светильников от перекрытия (свес);

$h_n = H - h_c$  – высота светильника над полом, высота подвеса;

$h_p$  – высота рабочей поверхности над полом;

$h = h_n - h_p$  – расчётная высота, высота светильника над рабочей поверхностью.

$L$  – расстояние между соседними светильниками или рядами.

$l$  – расстояние от крайних светильников или рядов до стены.

Примем  $h_c = 0,5$  м, тогда

$$h_n = H - h_c = 9 - 0,5 = 8,5 \text{ м}$$

$$h = h_n - h_p = 8,5 - 3 = 5,5 \text{ м}$$

Интегральным критерием оптимальности расположения светильников является табличная величина  $\lambda = L/h$ . Для нашего светильника она равна 1,4.

Оптимальное расстояние  $l$  от крайнего ряда светильников до стены рекомендуется принимать равным  $L/3$ .

$$L = \lambda h = 1,4 \times 5,5 = 7,7 \text{ м}$$

Примем расстояние между светильниками 3,1 м

$$\text{Тогда } l = L/3 = 7,7 / 3 = 2,6 \text{ м}$$

Размещаем светильники в три ряда. В каждом ряду можно установить 8 светильников с лампами типа ДРЛ мощностью 400 Вт, при этом расстояние между светильниками в ряду составят около 7,7 м. Изображаем план помещения и размещения на нем светильников (рис. 2). Общее число ламп в помещении  $N = 24$ .

Находим индекс помещения:

$$i = 1056 / (5.5(48 + 22)) = 2.7$$

Коэффициент использования светового потока находим по таблице:

$$\eta = 34$$

Определяем световой поток лампы:

$$\Phi = \frac{100 \times 1056 \times 1,3 \times 1,5 \times 100}{24 \times 34} = 25235$$



Табличное значение светового потока для лампы ДРЛ-400  
2400лм.

Необходимый поток светильника не выходит за пределы диапазона

От  $-10\%$  до  $+20\%$

Определяем электрическую мощность осветительной системы:

$$P = NP_1 \quad (23)$$

Где  $P$  – электрическая мощность осветительной системы

$N$  – количество ламп

$P_1$  – потребляемая мощность одной лампы

$$P = 24 \times 400 = 9600 \text{ Вт}$$

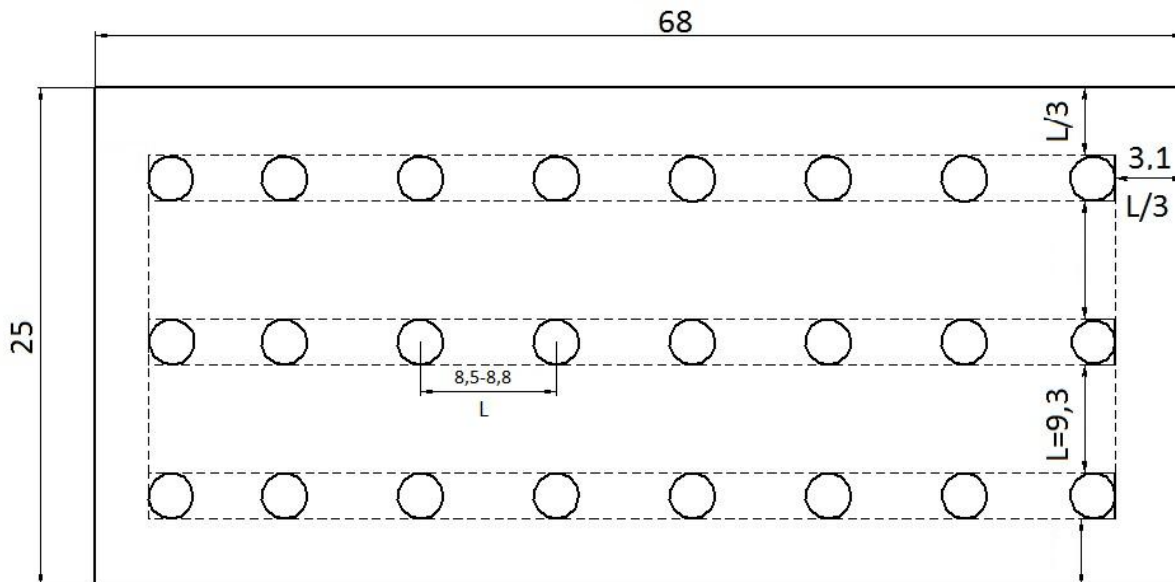


Рисунок 3 - План помещения и размещения светильников с люминесцентными лампами

### 5.1.5 Электробезопасность

Опасность поражения током возникает при непосредственном соприкосновении человека с оголенными токоведущими частями электроустановок, при прикосновении к металлическим корпусам электроприемников, случайно оказавшихся под напряжением, а также в результате действий так называемого шагового напряжения, появляющегося вблизи мест замыкания токоведущих частей на землю.

Виды травм, связанных с воздействием электрической энергии на человека, могут быть различны по тяжести и зависят от ряда факторов, в том числе от строения организма, напряжения, рода и частоты тока, длительности действия тока и пути его протекания, схемы включения тела человека в электрическую цепь, условий окружающей среды.

Проходя через организм человека, электрический ток оказывает термическое, электролитическое, биологическое, механическое и световое действие.

Термическое действие тока вызывает нагрев и ожоги участков тела.

Электролитическое действие тока заключается в электролитическом разложении жидкостей в организме человека, в том числе и крови.

Биологическое действие тока проявляется в раздражении и возбуждении живых тканей и сопровождается непроизвольным судорожным сокращением мышц легких и сердца. Это ответные реакции организма, которые обусловлены нарушением биоэлектрических процессов, протекающих в организме человека.

Механическое действие приводит к разрыву тканей организма, световое – к поражению глаз.

Электрический ток приводит к двум видам поражения: электрическим травмам и электрическим ударам.[53]

Состояние окружающей воздушной среды, а также окружающая обстановка могут существенным образом влиять на опасность поражения током.

Помещения по степени их электрической опасности разделяются на следующие группы:

Помещения без повышенной опасности: сухие, непыльные, с нормальной температурой воздуха и с изолирующим полом(напр., деревянным).

Помещения с повышенной опасностью - в которых есть хотя бы одно из следующих условий: относительная влажность воздуха длительное время превышает 75 %; температура воздуха длительное время превышает 30 градусов; имеется токопроводящая пыль (угольная, металлическая); имеется токопроводящий пол (металлический, земляной, кирпичный, железобетонный); существует возможность одновременного прикосновения человека, с одной стороны, к металлоконструкциям здания, имеющим соединение с землей, с другой стороны, к металлическим корпусам электрооборудования.

Особо опасные помещения - в которых есть хотя бы одно из следующих условий: влажность воздуха близка к 100 %; имеется химически активная среда, образующая пары, которые разрушают электрическую изоляцию; одновременно присутствуют два и более фактора, делающих помещения повышенно опасными.

Для обеспечения электробезопасности применяют отдельно или в сочетании один с другим следующие технические способы и средства: защитное заземление, зануление, защитное отключение, выравнивание потенциалов, малое напряжение, изоляция токоведущих частей; электрическое разделение сетей; оградительные устройства; блокировка, предупредительная сигнализация, знаки безопасности; предупредительные плакаты; электрозащитные средства[54].

В цехе по производству каркасно-монолитных модулей все электрооборудование питается от сети напряжением 220 В, все розетки и оборудование имеют соединение с землей. В цехе присутствуют

токопроводящие полы; влажность в пределах 70%, нет токопроводящей пыли; температура в пределах 18-23 °С. Следовательно, помещение цеха по производству каркасно-монолитных модулей можно отнести к классу помещений повышенной опасности.

### **5.1.6 Пожаробезопасность**

Взрыво- и пожароопасность производств определяется технологиями, в которых используются или могут образовываться вещества, материалы или смеси с определенными взрыво- и пожароопасными свойствами. Более высокую опасность представляют технологии, в которых используются вещества, способные образовывать взрывоопасные смеси с воздухом (горючие газы, легковоспламеняющиеся и горючие жидкости, пылевидные горючие материалы и др.).

Производства в зависимости от применения или хранения на них материалов и веществ по взрыво- и пожароопасности подразделяются на пять категорий: А, Б, В, Г и Д.

*К категории А* относятся взрывоопасные производства, в которых применяются горючие газы и легковоспламеняющиеся жидкости с температурой вспышки не более +28 °С в таком количестве, что могут образовывать взрывоопасные парогазовоздушные смеси, при воспламенении которых в помещении развивается избыточное давление взрыва, превышающее 5 кПа, а также вещества и материалы, способные взрываться и гореть при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом в таком количестве, при котором избыточное давление взрыва в помещении превышает 5 кПа.

*К категории Б* относятся взрывоопасные производства, в которых применяются горючие пыли или волокна, легковоспламеняющиеся жидкости с температурой вспышки более +28 °С в таком количестве, что могут образовываться взрывоопасные пыле- и паровоздушные смеси, при

воспламенении которых в помещении развивается избыточное давление взрыва, превышающее 5 кПа.

К категории В относятся пожароопасные производства, в которых используются горючие и трудногорючие жидкости, твердые горючие и трудногорючие вещества и материалы, в том числе пыли и волокна, вещества и материалы, способные при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом только гореть при условии, что помещения, в которых они имеются, не относятся к категории А и Б.

К категории Г относятся производства, в которых используются негорючие вещества и материалы в горячем, раскаленном или расплавленном состоянии, обработка которых сопровождается выделением лучистого тепла, искр и пламени; горючие газы, жидкости и твердые вещества, которые сжигаются или утилизируются в качестве топлива.

К категории Д относятся производства, в которых используются негорючие вещества и материалы в холодном состоянии.

Помещение цеха по производству каркасно-монолитных модулей можно отнести к категории Д, т.к. используемые материалы (цемент, песок, вода, шлак, металлопрокат) нельзя отнести к горючим или способным взрываться и они находятся в холодном состоянии.

Для ликвидации возможного пожара в цехе по производству каркасно-монолитных модулей существуют первичные средства пожаротушения - песок и 2 огнетушителя ОПА-100.

Автоматический порошковый огнетушитель ОПА – 100 используется для защиты технологических установок или небольших помещений. Принцип работы огнетушителя основан на создании избыточного давления в корпусе огнетушителя углекислотой, которая подается из баллона с рабочим газом.[49]

### **5.1.7 Механические опасности**

Механические опасности создаются падающими, движущимися, вращающимися объектами природного и искусственного происхождения.

Носителями механических опасностей искусственного происхождения являются машины и механизмы, различное оборудование, транспорт, здания и сооружения и многие другие объекты, воздействующие в силу разных обстоятельств на человека своей массой, кинетической энергией или другими свойствами.[49]

Для защиты человека от механического травмирования применяют два основных способа: обеспечение недоступности человека в опасные зоны и применение устройств, защищающих человека от опасного фактора. Средства защиты от механического травмирования подразделяются на коллективные и индивидуальные. Средства коллективной защиты делятся на оградительные, предохранительные, тормозные устройства, устройства автоматического контроля и сигнализации, дистанционного управления, знаки безопасности.

На производстве каркасно-монолитных модулей основным источником механической опасности являются погрузочно-разгрузочные работы. Поэтому всем сотрудникам выданы защитные каски. А так же уделяется большое внимание перемещению персонала по территории площадки во время погрузочно-разгрузочных работ.

### **5.2 Экологическая безопасность**

При запуске нового производства обязательно должна устанавливаться Санитарно-защитная зона для предприятия, с целью защиты населения от влияния вредных производственных факторов (шум, пыль, газообразные и другие вредные выбросы, содержащие промышленные загрязнения).

Размер санитарно-защитной зоны (СЗЗ) может составлять от 50 до 1000 м и устанавливается в зависимости от того, к какому классу вредности принадлежит предприятие в соответствии с требованиями СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 "Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов"

Производство цемента относится к I классу вредности, соответственно санитарно-защитная зона 1000 м.

Но несмотря на это крупного воздействия на окружающую среду производство не оказывает, т.к. для очистки выбрасываемого воздуха где предполагается повышенное запыление предусмотрен абсорбер. Вся используемая во вспомогательных процессах вода используется в технологии. Производственный брак отсутствует. Твердые бытовые отходы сортируются и направляются на дальнейшую переработку.

### **5.3 Чрезвычайные ситуации**

Под "чрезвычайными ситуациями" следует понимать события, которые могут произойти в мирное и военное время и приводят к возникновению очагов массового поражения.

По источникам возникновения чрезвычайные ситуации делятся на стихийные, техногенные и биолого-социальные.

Стихийные бедствия - опасные природные явления или процессы, приводящие к нарушению уклада жизни значительных групп населения, человеческим жертвам, материальным потерям. К ним относятся: землетрясения, наводнения, цунами, извержения вулканов, селевые потоки, оползни, обвалы, ураганы и смерчи, массовые лесные и торфяные пожары, снежные заносы и лавины, а также засухи, длительные проливные дожди, сильные устойчивые морозы, эпидемии, массовое распространение вредителей лесного и сельского хозяйства.

Техногенные катастрофы - внезапный выход из строя машин, механизмов и агрегатов с серьезными нарушениями производственного процесса, взрывами, образованием очагов пожаров, радиоактивным, химическим или биологическим заражением больших территорий, групповой гибелью людей.

Биолого-социальные катастрофы - изменение биосферы, вызванное действием антропогенных факторов, порождаемых хозяйственной деятельностью человека и оказывающее вредное влияние на людей и окружающую среду (загрязнение почвы тяжелыми металлами (кадмий, свинец, ртуть, хром и др.), загрязнение атмосферы химическими веществами, шумом, электромагнитными полями и ионизирующими излучениями, кислотные дожди, загрязнение и засорение водных ресурсов. [48].

Для Томской области в теплое время года наиболее вероятная ЧС природного происхождения - ураганный ветер. Превентивные меры по предупреждению такой ЧС заключаются в укрепление конструкций зданий и ЛЭП.

Наиболее вероятна ЧС техногенного характера, связанная с авариями на электроэнергетических системах и коммунальных системах жизнеобеспечения - отключение электроэнергии и прекращение подачи питьевой воды. В случае такой ЧС необходимо иметь собственный источник электроэнергии (электрогенератор) и источник питьевой воды (подземная скважина).

## **5.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности**

### **5.4.1 Специальные правовые нормы трудового законодательства**

В соответствии с ТК РФ каждому работнику предоставляется рабочее место, соответствующее требованиям охраны труда; обязательное социальное страхование от несчастных случаев на производстве и



профессиональных заболеваний. За счет средств работодателя каждый работник проходит обучение безопасным методам и приемам труда, получает дополнительное профессиональное образование в случае ликвидации рабочего места вследствие нарушения требований охраны труда, обеспечен средствами индивидуальной и коллективной защиты в соответствии с требованиями охраны труда.

Продолжительность ежедневной работы (смены) составляет 8 часов, если в трудовом договоре не оговаривается иное. В праздничные дни переработка компенсируется дополнительным временем отдыха или, с согласия работника, оплатой по нормам, установленным для сверхурочной работы.

К работе не допускаются лица не прошедшие обязательный медицинский осмотр, обязательное психиатрическое освидетельствование и в случае медицинских противопоказаний. Так же не допускаются работники не прошедшие в установленном порядке обучение и инструктаж по охране труда, стажировку и проверку знаний требований охраны труда.

За нарушение норм трудового законодательства к его субъектам могут применяться различные меры наказания – от штрафа до увольнения и лишения свободы. Виды наказаний бывают:

- дисциплинарное
- административное
- уголовное

Как правило, права и обязанности сторон трудового законодательства прописываются в трудовом договоре отдельными главами. Если же эти права и обязанности не написаны в договоре, то они будут регулироваться уже по трудовому законодательству.

## 5.4.2 Организационные мероприятия при компоновке рабочей

### зоны

Для эффективной работы производственного цеха необходима организация рабочего места, которая в соответствии с ГОСТ 12.2.032-78 ССБТ включает три направления: оснащение, обслуживание и планировку рабочих мест.

Оснащение рабочего – это система укомплектования рабочего места основным технологическим и вспомогательным оборудованием, технологической и организационной оснасткой в количестве, необходимом и достаточном для эффективного и качественного выполнения поставленной задачи.

Обслуживание рабочих мест – система регламентированного обеспечения рабочего места инструментом, предметами труда, электроэнергией и всеми видами услуг в количестве, необходимом и достаточном для поддержания непрерывности и заданной интенсивности процесса.

Планировка рабочего места – размещение оборудования, элементов оснастки, предметов труда и рабочего места с учетом оптимальных зон досягаемости при работе. Рациональная планировка рабочего места обеспечивает удобную рабочую позу, исключает ненужное перемещение и лишние движения, снижает утомляемость, а так же сокращает потери рабочего времени.[55]

При организации рабочего места в цеху по производству КММ должны быть соблюдены следующие основные условия:

- достаточное рабочее пространство, позволяющее осуществлять все необходимые движения и перемещения;
- достаточное освещение для выполнения поставленных задач;

- соблюдение нормированного микроклимата помещения;
- уровень акустического шума и вибрации не должен превышать допустимого значения.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенной работы было установлено, что наиболее эффективным направлением утилизации фторангидрита является применение его в качестве вяжущего компонента для цементных строительных растворов.

Изучены механизмы и параметры процессов используемых в технологии производства ангидрито-шлаковых каркасно-монолитных модулей помещений.

Проведен аппаратурный расчет технологической линии и подобрано типовое оборудование, необходимое для производства.

Разработан цех площадью 1700 м<sup>2</sup> по производству ангидрито-шлаковых каркасно-монолитных модулей помещений размером (6.3x3.5x2.5)м. производительностью 127 КММ в год.

Экономические расчеты показали, что запуск технологии позволит снизить экологический ущерб наносимый АО «СХК» р. Томь приблизительно на 1,1 млн руб/год. А так же подтвердили экономическую эффективность использования в строительстве фторангидрита по сравнению с портландцементом, что при данной производительности позволит сэкономить около 250 т.руб/год.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Способ получения ангидритового вяжущего: Патент РФ №2382743 Пурескина О. А., Гашкова В. И., Петров Н.С., Катышев С.Ф.; заявл. 12.08.2008; опуб. 27.02.2010.
2. Способ получения гипсового вяжущего: Патент РФ №2359931. Пурескина О. А., Гашкова В. И., Катышев С. Ф., Тимохин В. Е., Загудаев А. М., Хомякова Н. В.; заявл. 02.10.2007; опуб. 27.06.2009.
3. Способ получения ангидритового вяжущего: Патент РФ №2277515 Федорчук Ю.М.; заявл. 01.04.2002; опуб. 10.06 2006.
4. Технологическая линия производства ангидритового вяжущего: Свидетельство на полезную модель РФ №29681 Федорчук Ю.М.; заявл. 27.05.2003; с приоритетом от 01.04.2002.
5. Гипсокерамические материалы на основе фторангидрита. *Gipskeramische Werkstoffe auf der Fluorahydrit-Grundlage Ibausil / Krutikow W.A., Jakowlew G.I., Kodolow W. I.// Internationale Baustofftagung, Weimar, 20.-23. Sept., 2000. Bd 2. Weimar: Bauhaus-Univ. Weimar. 2000, с. 2/0415-2/0420. Библ. 3. Нем.*
6. Сырьевая смесь и способ изготовления строительных изделий: Патент РФ 2000119914. Крутиков Вячеслав Александрович, Яковлев Григорий Иванович, Кодолов Владимир Иванович, Шуклин Сергей Григорьевич; заявл.25.07.2000; опуб. 20.06.2002г.
7. Сырьевая смесь для получения портландцементного клинкера: Патент РФ №2358929 Волокитин Г. Г., Скрипникова Н. К., Никифоров А. А., Дизендорф Т. Е., Позднякова Н.А., Волокитин О.Г.; заявл. 26.02.2008; опуб. 20.06.2009.
8. Серебрякова Н. Н. Полистиролбетон на основе фторангидрита: Серебрякова Н. Н., Яковлев Г. И., Первушин Г. Н., Бурьянов А. Ф., Керене Я., Мачюлайтис Р. Строит. матер.. 2008, N 3, с. 107-108. 4, 4 ил., Библ. 7. Рус.

9. Schober, Georg. Die chemischen Umsetzungen bei der Herstellung von Porenbeton: Aus zement, Kalk, Gips und Quarzsand wird Porenbeton  
Химические превращения цемента, извести, гипса и кварца в процессе производства автоклавных ячеистых бетонов / Schober Georg // Zement-Kalk-Gips Int. — 2005. — Т. 58; № 7. — с. 63-70.
10. Способ утилизации фторангидрита: Патент РФ №2440940. / Капустин Ф.Л., Пономаренко А.А., Степанов А.И., Тимохин В.Е., Уфимцев В.М.; заявл. 20.01.2010; опуб. 27.01.2012.
11. Сырьевая смесь для получения гипсового вяжущего и изделий на его основе: Патент РФ №02413688. /Мустафин А.Г., Шаяхметов У.Ш., Мустафин И.А., Бабков В.В., Васин К.А., Мирсаев Р.Н., Шаяхметов А.У., Багаутдинов Н.Я., Недосеко И. В.; заявл. 30.01.2009; опуб. 10.03.2011.
12. Состав смеси для устройства основания автомобильных дорог: Патент РФ №98115122 Бабушкин, В.Н.,Гашкова, В.И.,Десятник, В.Н.,Кузнецов, А.Ю.,Петухов О.И., Толкачева Л.Е.; заявл. 04.08.1998, опуб. 27.04.2000г.
13. Способ производства плит и фасонных изделий из композитов на основе гипса: Патент РФ №98117066 / Хаднадь И., Зольтан Ю.А., Кирай Б., Сабо П.; заявл. 16.09.1998; опуб. 20.06.2000.
14. Verfahren zur Herstellung des erhärteten Gipses von feuchtigkeitbeständigen Gipsbauteilen/Способ получения водостойких гипсовых изделий из затвердевшего гипса; Заявка №10326623 Германия, МПК{7} С 04 В28/14,С0411/00. / AGN Rohstoffverwertung GmbH, XU ER hang.№1032662.; заявл.13.06.2003; опуб. 05.01.2005.
15. Исследования по разложению криолитовых отходов на сернистый газ и известь или цементный клинкер: Раздорский Л.М., Дегтева В.И.; Отчеты Воскресенского филиала НИУИФ, 1974-75.
16. System und Verfahren zur Erzeugung eines aufgeschäumten gipshaltigen

- Materials/ Состав и способ производства вспененного гипсосодержащего материала; Заявка 102004043968 Германия, МПК{8} C 04 B 28/14. Schilling Gaby, Sebestian Milan, Kolenda Felicitas, Hübner Wilfried, Raßmann Matthias ; Henkel KGaA. — № 102004043968.0; заявл. 11.09.2004; опуб. 30.03.2006.
17. Технологическая линия производства шлакоблоков: Свидетельство на полезную модель РФ №207307; Федорчук Ю.М. и др.; заявл. 20.01.2003;. с приоритетом от 01.04.2002.
18. Виброформовочная установка : Свидетельство на полезную модель РФ №207306; Федорчук Ю.М.; заявл. 20.01.2003; с приоритетом от 01.04.2002.
19. Способ укладки полуфабриката шлакоблоков для просушки: Патент РФ №2002108246; Федорчук Ю.М.; заявл. 01.04.2002; опуб. 20.10.2003.
20. Малогабаритное здание из бетонной смеси: Патент РФ на полезную модель №35540; Федорчук Ю.М. и др.; заявл. 25.09.2003; опуб. 20.01.2004.
21. Малогабаритное монолитное здание из бетонной смеси: Патент РФ на полезную модель №37120; Федорчук Ю.М. и др.; заявл. 12.11.2003; опуб. 10.04.2004.
22. Строительная смесь и способ ее приготовления: Патент РФ № 2311395 Федорчук Ю.М., Зыков В.М., Зыкова Н.С., Цыганкова Т.С., Панин В.Ф.; заявл. 29.12.2005, опуб. 27.11.2007.
23. Листовое строительное изделие: Патент РФ на полезную модель № 43496 Федорчук Ю.М., Зыков В.М., Зыкова Н.С., Цыганкова Т.С., Панин В.Ф.; заявл. 29.09.2004; опуб. 27.01.2005.
24. Технологическая линия производства листовых и крупно размерных строительных изделий из формовочных смесей на основе сульфаткальциевого вяжущего – техногенного ангидрита: Патент РФ на полезную модель № 50908; Федорчук Ю.М., Зыков В.М., Зыкова Н.С., Цыганкова Т.С.;заявл. 02.08.2005; опуб. 27.01.2007.

25. Способ получения активного ангидрита: Патент РФ № 2297989; Федорчук Ю.М., Зыков В.М., Зыкова Н.С., Цыганкова Т.С.; заявл. 17.10.05; опуб. 27.04.2007.
26. Пористое строительное изделие: Патент РФ на полезную модель № 59658; Федорчук Ю.М., Зыков В.М., Зыкова Н.С., Цыганкова Т.С.; заявл. 26.06.06; опуб. 27.12.2006.
27. Профильное строительное изделие: Патент РФ на полезную модель № 59659; Федорчук Ю.М., Зыков В.М., Зыкова Н.С., Цыганкова Т.С.; заявл. 26.06.06; опуб. 27.12.2006.
28. Стена здания: Патент РФ на полезную модель №59092; Федорчук Ю.М., Зыков В.М., Зыкова Н.С., Цыганкова Т.С., Каратаев И.А.; заявл. 26.06.06; опуб. 10.12.2006.
29. Техногенный ангидрит, его свойства, применение; Федорчук Ю.М. – Томск: Изд-во ТГУ, 2003. – 108 с.
30. Разработка способов снижения воздействия фтороводородных производств на окружающую среду: монография/ Федорчук Ю.М. Цыганкова Т.С. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2010. – 149 с.
31. Усовершенствование технологии обезвреживания, измельчения и классификации сульфаткальциевых отходов СХК/ Федорчук Ю.М., Цыганкова Т.С., Каратаев И.А. // Безопасность жизнедеятельности, №1 (85), 2008, с. 53 - 54.
32. Система управления сульфаткальциевыми отходами для получения каркасно-монолитных модулей: Сборник докладов ТУСУР, 2014/ Федорчук Ю.М., Русина О.Н., Саденова М.А., Литовкин С.В. - № 3 (33). С.183-186.
33. Оценка эффективности виброизмельчения минеральных материалов применительно к твердым отходам фтороводородного производства: Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований/ Федорчук Ю.М., Данекер В.А., Волков А.А., Адам



- А.М., Аниканова Л.А. // – 2016. – № 1-3. – С. 325-330.
34. // Волженский А.В. Минеральные вяжущие вещества: Учеб. для вузов– 4-е изд., пераб. И доп. – М.: Стройиздат, 1986. – 464с.
35. Сулеменко Л.М. Технология минеральных вяжущих материалов и изделий на их основе : Учеб.для вузов//– М.: Высш. Шк.,2000г.– 303 с.
36. Вяжущие материалы: Учеб. Пособие//Пащенко А.А.: Сербин В.П., Старчевская Е.А. - Киев: Выща школа, 1985. - 436 с.
37. Технология бетонных и железобетонных изделий и конструкций. Учебное пособие: конспект лекций// Муртазаев С-А.Ю., Сайдумов М.С., Алиев С.А.; Грозный, ФГУП «Издательско-полиграфический комплекс «Грозненский рабочий», 2014. – 164 с.
38. Металлопрокат: Справочник// Хорольский Д.Ю. Харьков: «Металлика», 2005г. , 834 стр., изд. 2-е перераб. и доп.
39. Электроды для ручной дуговой сварки в химическом аппаратостроении: Учебное пособие для студентов дневной и заочной форм обучения/ Лукьяница А.И., Козлов А.М., Афанасьева Г.А.// ГОУ ВПО «РХТУ им. Д.И. Менделеева», Новомосковский институт (филиал) Сост Новомосковск, 2009 – 52 с.
40. Донатикус-Хим [Электронный ресурс]: Преобразователь ржавчины ИФХАН-58ПР / Донатикус-Хим //URL: <http://www.donaticus-him.ru/> (Дата обращения:15.04.2016)
41. Новые Химические Технологии, аналитический портал химической промышленности [Электронный ресурс]: Золошлаки: классификация, свойства, направления использования 2006// URL: <http://newchemistry.ru/> (Дата обращения:17.04.2016)
42. Библиотекарь.ру[Электронный ресурс]: Бетонная смесь и строительный раствор. 2006 URL: <http://www.bibliotekar.ru/spravochnik-100-rastvor/11.htm/>(Дата обращения:17.04.2016)
43. Le-Chatelier М.Н. Hebd-Seances Ocad. Sei. 96, 1668-1671, 1883.
44. Savazzi A. Kolloid Z. №12, 196-201, 1913.

45. Минеральные вяжущие вещества; Волженский А.В., Буров Ю.С. - М.: Стройиздат, 1973. - 364 с.
46. Безопасность жизнедеятельности; Белов С.В., Ильницкая А.Б., Козьяков А.Ф. – М.: Высш. шк., 1999г. – 448с.
47. Лобачев А.И. Безопасность жизнедеятельности: Учебник для вузов – М.: Высшее образование, 2008. – 2е изд. исп. и доп. – 367 стр.
48. Обеспечение безопасности жизнедеятельности в машиностроении.; Еремин В.Г., Сафронов В.В., Схиртладзе А.Г., Харламов Г.А. М.: Машиностроение, 2002г. 400с
49. Михнюк Т.Ф. Охрана труда - Минск: ИВЦ Минфина, 2007. - 320 с
50. Охрана труда в химической промышленности. Г.В. Макарова, А.Я. Васин, Л.К. Маринина, П.И. Софинский и др. - М.: Химия, 1989. - 496 с.
51. Хайруллин Р. Р. Охрана труда в гидрометеорологии. — Казань: Изд.; Каз. ун-та, 1988
52. Справочная книга для проектирования электрического освещения / Под ред. Г.М. Кнорринга. – СПб.: Энергоатомиздат, 1992. – 448 с.
53. Охрана труда в образовательных учреждениях // Вольхин С. Н., Петрова М. С.; ОБЖ. Основы безопасности жизни. № 6. 2002. С. 33–36.
54. Манойлов, В.Е. Основы электробезопасности /— Изд. 3-е, перераб. и доп. — Л.: «Энергия», 1976.с — 344.
55. Научная организация труда и техническое нормирование. Пушкин П.С., Овчинников С.И. , М., 2001г.

## Приложение А

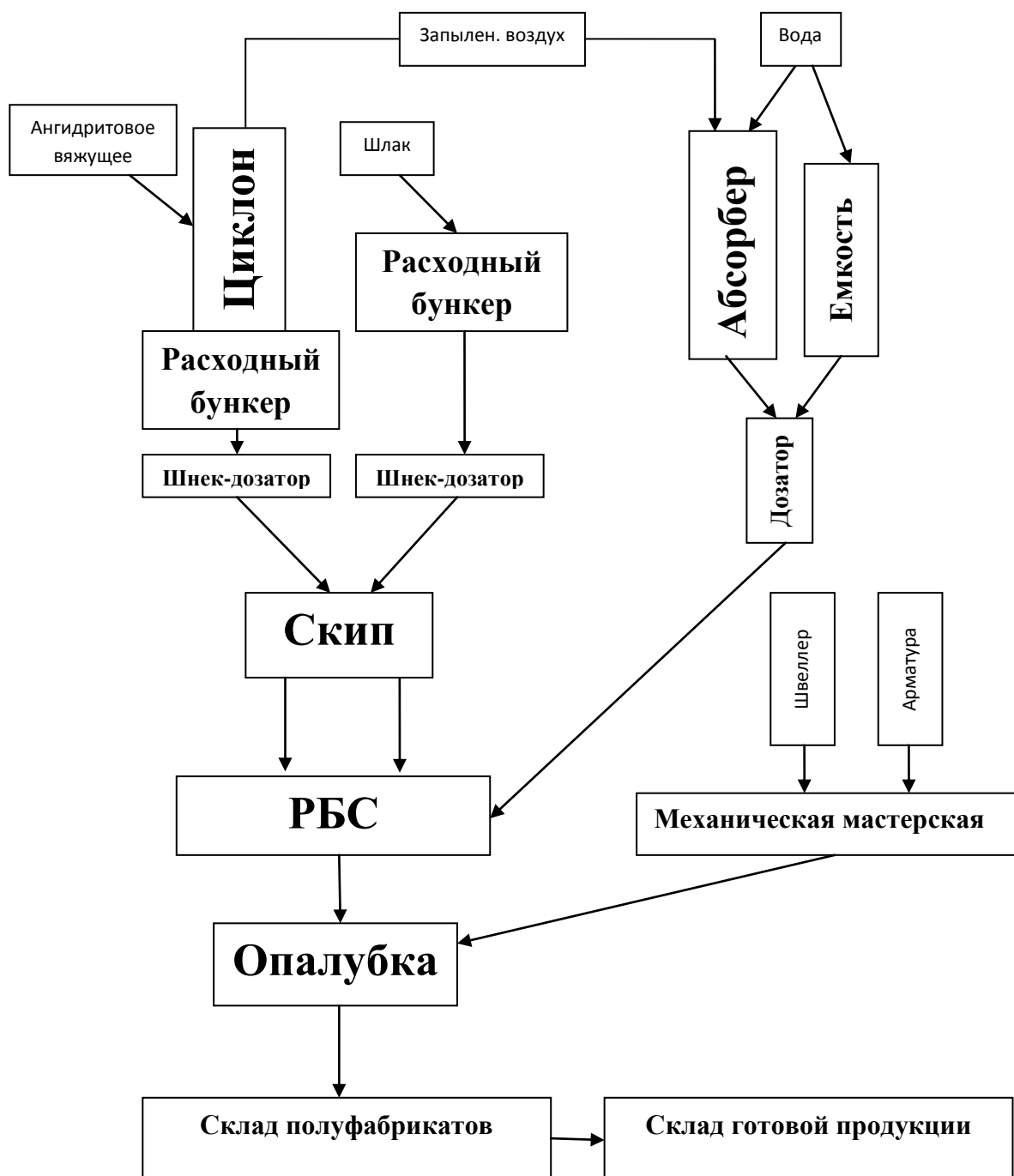


Рисунок А.1 Технологическая схема получения ангидритового каркасно-монолитного модуля помещения

## Приложение Б

### Устройство и основные характеристики РБС

#### ПНЕВМОНАГНЕТАТЕЛЬ ПН-500

Принцип работы пневмонагнетателя заключается в том, что ингредиенты раствора загружаются смеситель, где бетон (цемент и т.д.) подвергается постоянному перемешиванию с помощью лопастей прикрепленных к валу, который, в свою очередь, приводится в движение мотором - редуктором. Когда раствор готов к применению, бак закрывается люком, для создания давления, необходимого для подачи смеси к месту укладки. Затем при помощи потока сжатого воздуха, который создает компрессор раствор проходит по напорному патрубку в место выгрузки.

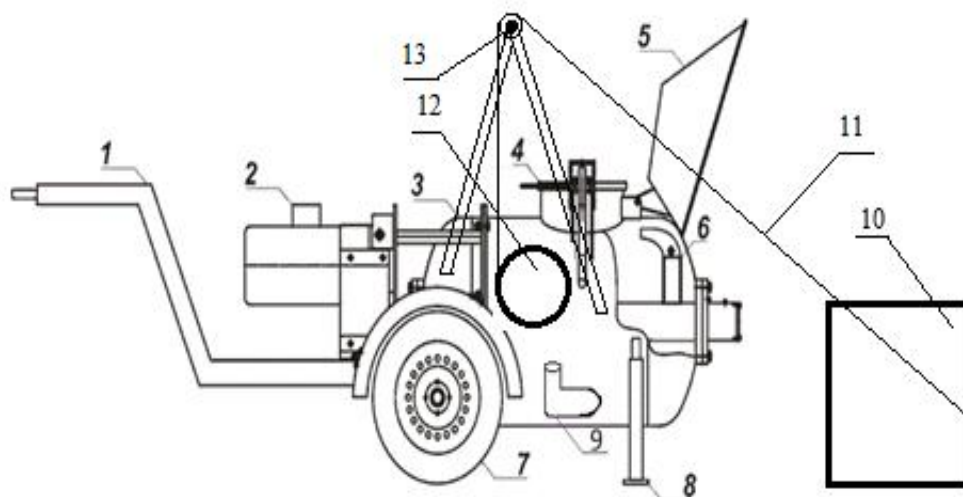


Рисунок Б.1 – Пневмонагнетатель ПН-500

1 – дышло прицепа; 2 – пульт управления; 3 – смеситель; 4 – кран сброса давления; 5 – воронка; 6 – перемешивающее устройство; 7 – шасси; 8 – опора; 9 – напорный патрубок; 10 – сип; 11 – трос; 12 – тросонаматыватель; 13 – опорный ролик.

Направляющие рельсы для сипа на рисунке не показаны

#### ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ:

Производительность: 5-8 м<sup>3</sup>/час; Давление на смесь: 5 Атм; Высота подачи: 40м; Дальность подачи: 100м; Емкость резервуара: 0,6 м<sup>3</sup>

## Приложение В

### Описание работы шнекового транспортера

Винтовые конвейеры моделей «ВК» и «ВКПО» предназначены для горизонтального и наклонного транспортирования пылевидных зернистых, и мелкокусковых материалов. Данные винтовые конвейеры могут использоваться в качестве питателей, смесителей и объемных дозаторов на предприятиях различных отраслей промышленности. Простота конструкции, высокая производительность, надежность и неприхотливость винтовых конвейеров данных моделей обуславливает их широкое использование в технологических операциях, связанных с перемещением больших объемов сыпучих грузов.

Винтовой конвейер состоит из следующих узлов и деталей: корпуса (1), подающего винта (шнека) (2), подшипниковых опор (3), загрузочного и разгрузочного патрубков (4) монтажных фланцев (5), редуктора (6) и приводного электродвигателя (7). При вращении подающего винта транспортируемый материал перемещается от загрузочного окна к разгрузочному.

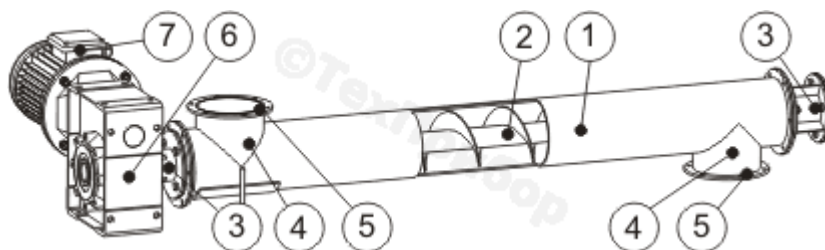


Рисунок В.1 - Состав винтового конвейера

В зависимости от особенности размещения винтового конвейера в составе технологических линий, привод подающего винта может быть выполнен как по толкающей так и по тянущей схеме.

При реализации толкающей схемы привод подающего винта расположен со стороны загрузочного окна. При тянущей схеме привод подающего винта расположен со стороны разгрузочного окна. Указанные схемы установки привода подающего винта не оказывают влияние на производительность винтового конвейера и назначаются исходя из условий обеспечения доступа к приводу для его технического обслуживания.

В зависимости от вида перемещаемого материала винтовой конвейер может оснащаться сплошным или ленточным винтами. Так, для транспортирования хорошо сыпучих материалов, к которым относятся цемент, сухой песок, гипс, мел, шлак, известь порошковая применяют сплошной подающий винт. Для подачи кусковых материалов, таких как гравий, известняк, негранулированный шлак целесообразно использовать ленточный винт.

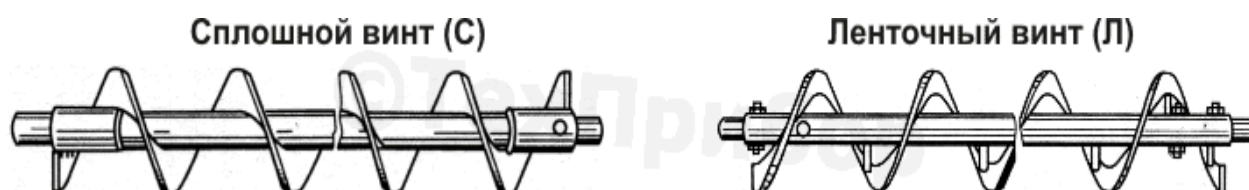


Рисунок В.2 - Типы винтов винтовых конвейеров

**Главное преимущество:** герметичность. Шнек движется в трубе, тем самым исключая возможность контакта продукции с окружающей средой. Транспортер может устанавливаться горизонтально и под наклоном.

# Приложение Г

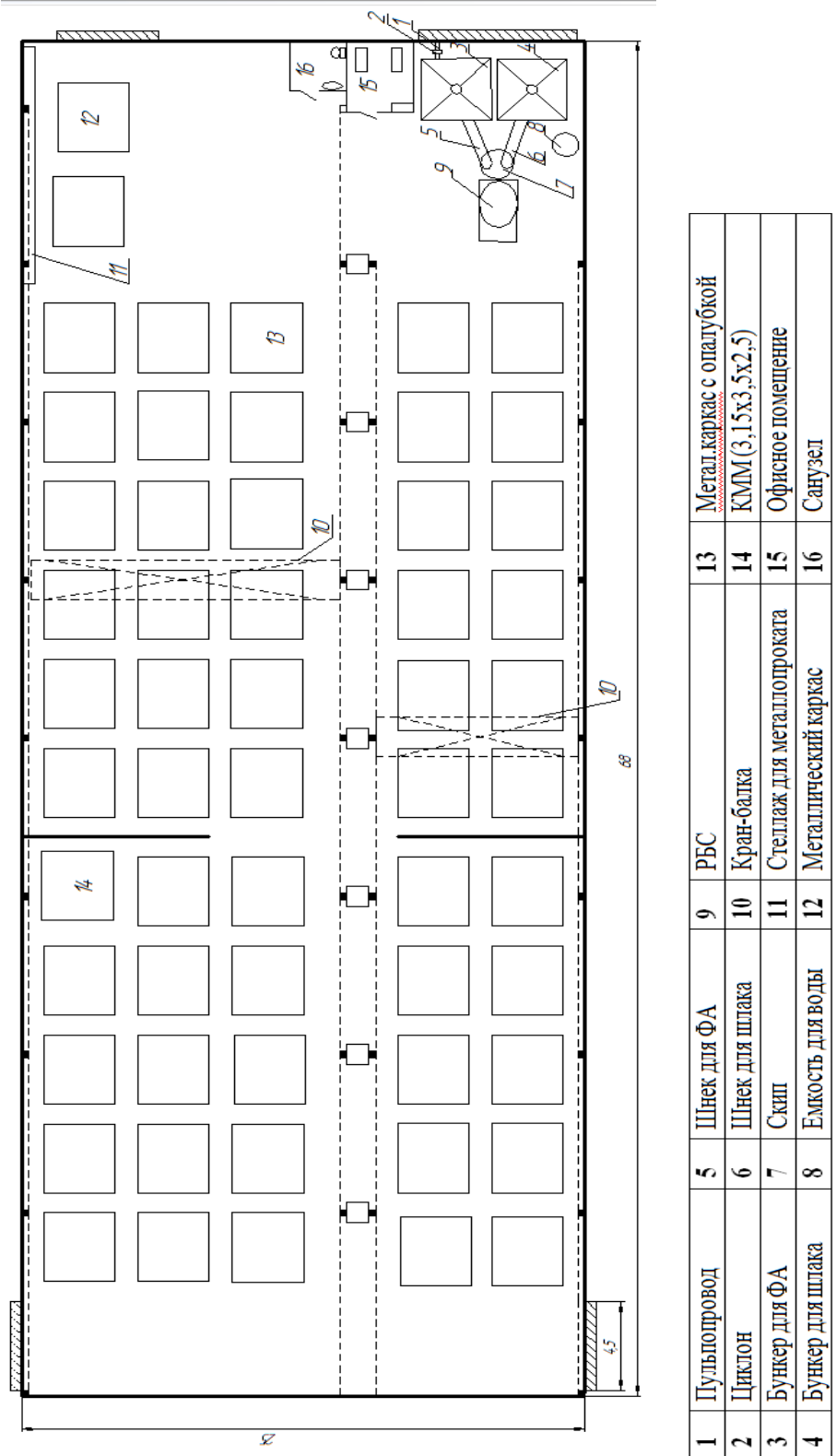
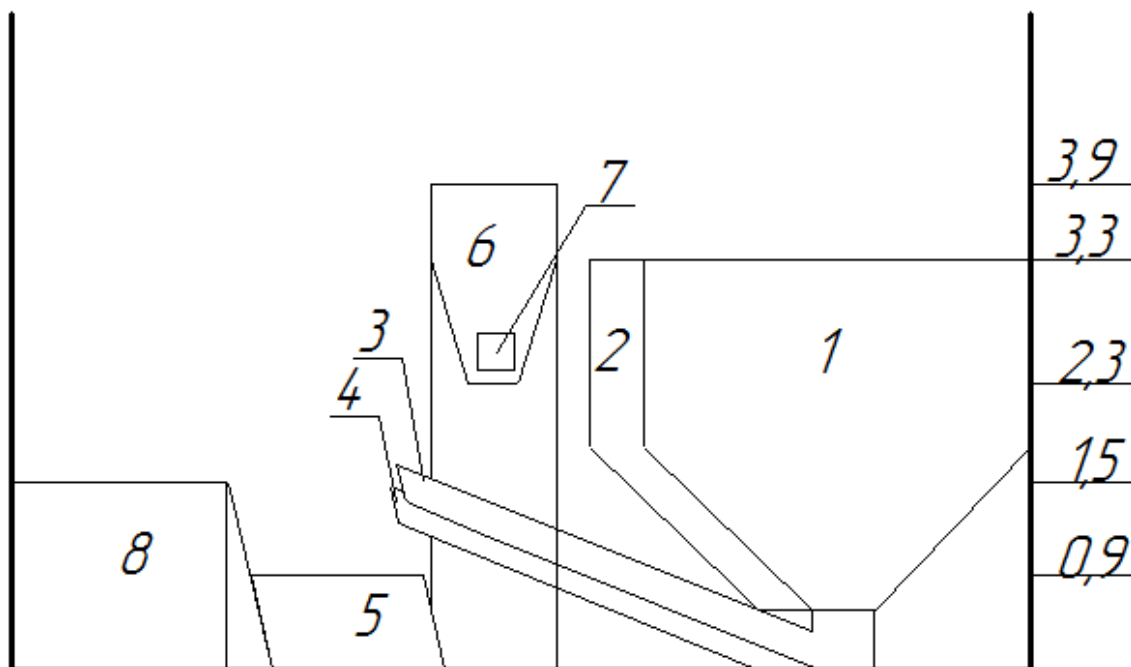


Рисунок Г.1 - План цеха по производству ангидрито-шлаковых каркасно-монолитных модулей

## Приложение Д



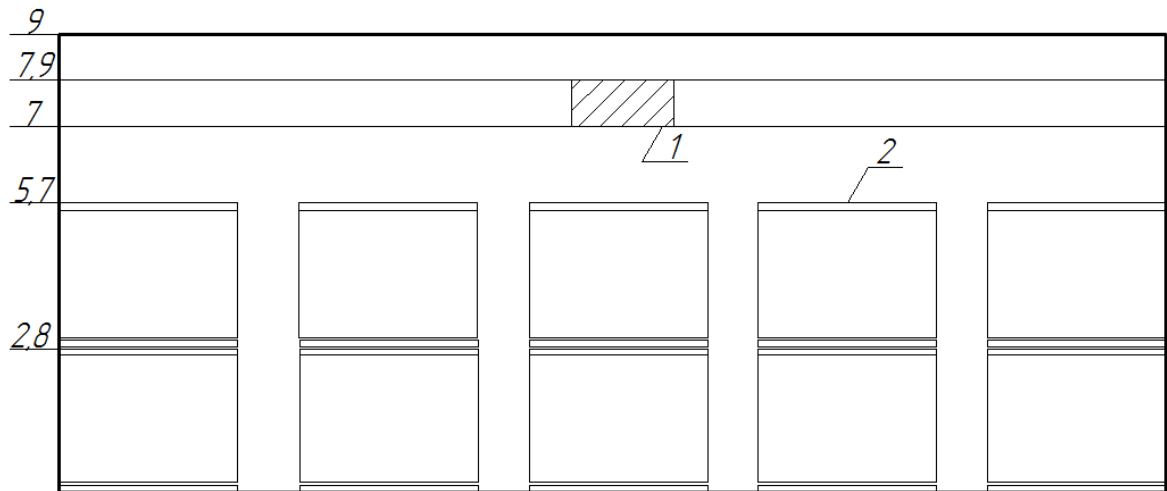
<b>1</b>	Бункер для ФА
<b>2</b>	Бункер для шлака
<b>3</b>	Шнек для ФА
<b>4</b>	Шнек для шлака
<b>5</b>	Скип
<b>6</b>	Емкость для воды
<b>7</b>	Дозатор
<b>8</b>	РБУ

Рисунок Д.1 - Производственный цех. Растворобетонный узел



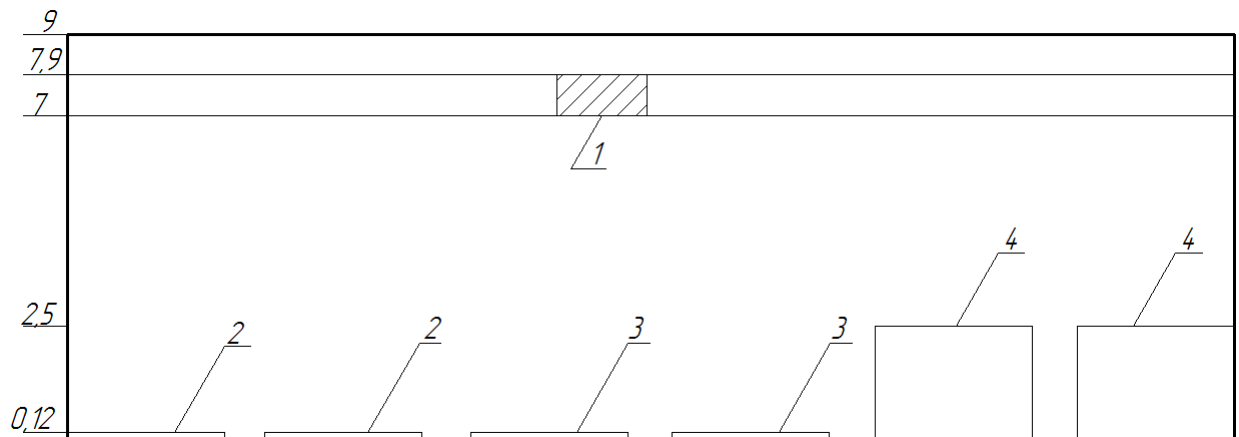
## Приложение Е

### Планы складов



<b>1</b>	Кран - балка
<b>2</b>	КММ(3.15x3.5x2.5)м

Рисунок Е.1 - Склад готовой продукции



<b>1</b>	Кран-балка
<b>2</b>	Пол (3,15x3,5x0,12)м
<b>3</b>	Потолок (3,15x3,5x0,12)м
<b>4</b>	Стены (3,5x3,15x2,5)м

Рисунок Е.2 – склад полуфабрикатов

## Приложение Ж

Технико – экономический расчет КММ

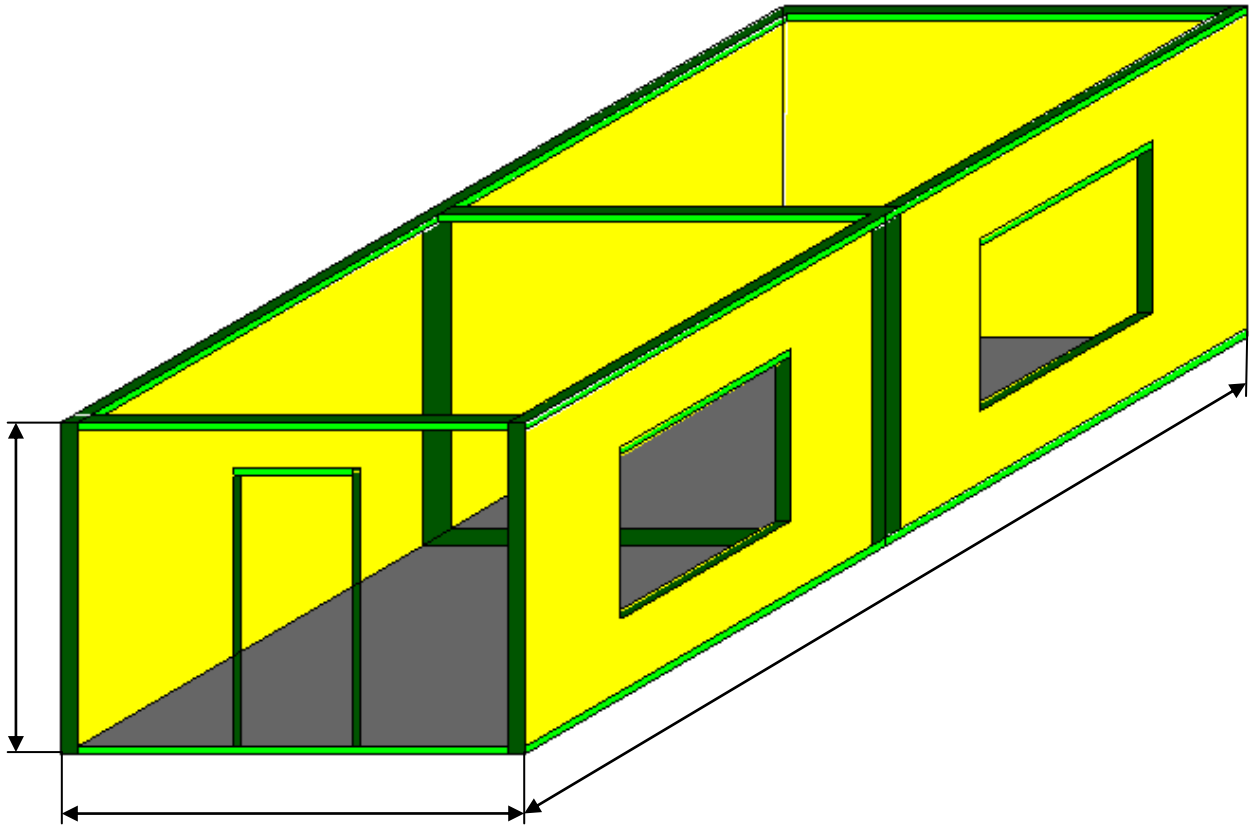


Рисунок Ж.1 - Каркасно-монолитный модуль помещения размерами  
(6,3x3,5x2,5x0,12) м

Фасадная часть помещения.

Металл:

Швеллер №12:  $(3,15+3,15+3,5+3,5) \times 2 + 2,5 \times 4 + 2,1 \times 2 + 0,95 + 1,5 \times 2 + 1,3 \times 2 = 47,4 \text{ м} \times 404,87 \text{ руб/м} = 19190 \text{ руб.}$

Арматура d=10мм:  $12 \times 0,5 = 6 \times 34,2 \text{ руб} = 205 \text{ руб.}$

Полипропиленовая сетка  $((3,15+3,15) \times 2) + 3,5 + 3,5) \times 2,5 \times 39 \text{ руб.} = 1911 \text{ руб.}$

Оконный блок = 7000 руб

Тыльная часть помещения.

Металл:

Швеллер №12:  $(3,15+3,15+3,5+3,5) \times 2 + 2,5 \times 4 + 1,5 \times 2 + 1,3 \times 2 = 42,2 \text{ м} \times 404,9 \text{ руб.} = 17087 \text{ руб.}$

Арматура d=10мм:  $18 \times 0,5 = 9 \times 34,2 \text{ руб} = 308 \text{ руб.}$

Полипропиленовая сетка  $((3,15+3,15) \times 2) + 3,5 + 3,5) \times 2,5 \times 39$  руб. = 1911 руб.

Дверь деревянная: Коробка с полотном = 8000 руб.

Оконный блок = 7000 руб

Электроды: 8 пачек  $\times 750$ руб = 6000руб.

Круги отрезные: 25шт.  $\times 50$ руб.= 1250руб.

Пропан и кислород:  $(1500+1350) \times (12/100) = 340$  руб.

**Итого металл (прокат, электроды, круги, газ) и дверь: 11990 + 205 + 1911+5000 + 17087 + 308 + 1911 + 8000+5000 + 6000 + 1250 + 340 = 48 929 руб.**

Раствор цементно-шлаковый стены:

Раствор:  $(6,3 \times 2,5 \times 2 + 3,5 \times 2,5 \times 2 - 1,5 \times 1,3 \times 2 - 2,1 \times 0,9) \times 0,12 = 5,185$  м<sup>3</sup>;

$5,185 / 1,76 \times 0,9 = 2,65$  т ФАВ

$2,65 \times 1200 = 3180$ р

Бруски деревянные:

220шт.  $\times 0,1$ м = 22м  $\times (0,03 \times 0,03) = 0,2$  м<sup>3</sup>  $\times 6800 = 1360$ руб.

Шпаклевка  $10$ м<sup>2</sup>  $\times 0,4$ кг  $\times 80$ руб/кг = 320руб.

**Итого: 1360 + 3180 + 320 = 4860 руб.**

Раствор цементно-шлаковый пол и потолок помещения:

Размер секции:  $(3,15 \times 3,5 \times 0,1)$ м. Их – 4.

Швеллер №12:  $(3,15+3,15+3,5+3,5) \times 4 = 53,2 \times 404,87$ руб/м. = 21540 руб.

Арматура  $d=10$ мм:  $((3,05/0,1) \times 2 + (3,33/0,1) \times 2) \times 2 = 257,2$  м  $\times 34,2$  руб/м = 8797 руб.

Раствор цементно-шлаковый.

Пол, потолок:  $(6,3 \times 3,5 \times 0,12) \times 2 = 5,29$  м<sup>3</sup>

$5,29 / 1,76 \times 0,9 = 2,7$  т ФАВ

$2,7 \times 1200 = 3240$ р

Сетка п/пропиленовая  $6,3 \times 3,5 \times 2 \times 39$  руб. = 1720 руб.

**Себестоимость пола и потолка помещения: 21540 + 8797 + 3240 + 1720 = 35297 руб.**

**Материалы и сырье на 1 модуль, размером (6,3х3,5х2,5):**

$48929 + 4860 + 35297 = 89 086$  руб.

## Приложение 3

### Расчет материального баланса

Материальный баланс процесса получения каркасно-монолитных модулей рассчитаем исходя из производительности по ангидритовому вяжущему за час.

В основе материального расчета физико-химических процессов лежит закон сохранения массы вещества (формула 1) и стехиометрические законы, позволяющие определить массы веществ.

$$\sum m_{\text{исх}} = \sum m_{\text{кон}} \quad (24)$$

где  $m_{\text{исх}}$  – сумма масс исходных продуктов;  $m_{\text{кон}}$  – сумма масс конечных продуктов .

Годовая производительность по ангидритовому вяжущему составляет 1 200 т. Принимаем 165 рабочих дня в год при 8-ми часовом рабочем дне. Следовательно, часовая производительность  $G$  составит:

$$G=1200 \times 1000 : (165 \times 8) = 909 \text{ кг/час.}$$

Согласно исходным данным в 100 кг ангидритового вяжущего (АВ) содержится 99 кг фторангидрита  $\text{CaSO}_4$  и 1 кг дифторид кальция  $\text{CaF}_2$ .

В свою очередь в 99 кг  $\text{CaSO}_4$  содержится:

$$99 \times 0.2 = 19,8 \text{ кг водорастворимого } \text{CaSO}_{4 \text{ н/о}} \text{ и}$$

$99 \times 0.8 = 79,2 \text{ кг нерастворимого (намертвообожженного) сульфата кальция } \text{CaSO}_{4 \text{ вск}}$ .

Определяем, какое количество каждого из исходных компонентов потребуется для производства ангидритового модуля за 1 час.

Известно, что в 100 кг АВ содержится 1 кг  $\text{CaF}_2$ , то можем определить количество  $\text{CaF}_2$  в 909 кг АВ, составив следующее выражение:

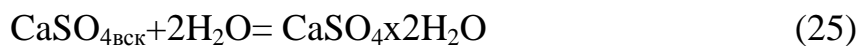
$$X_{\text{CaF}_2} = 909 \times 1 / 100 = 9.09 \text{ кг.}$$

Аналогично определяем количество водорастворимого и намертвообожженного сульфата кальция.

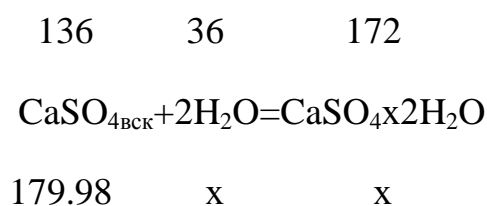
$$X_{\text{CaSO}_4 \text{ вск}} = 909 \times 19,8 : 100 = 179,98 \text{ кг};$$

$$X_{\text{CaSO}_4 \text{ н/о}} = 909 \times 79,2 : 100 = 719,92 \text{ кг}.$$

В реакции гидратации участвует только водорастворимый сульфат кальция с получением двуводного гипса ( $\text{CaSO}_4 \times 2\text{H}_2\text{O}$ )



Рассчитаем необходимое количество реагентов согласно реакции если известны их молекулярные массы:



Составим пропорции:

$$136 \text{ г} - 36 \text{ г}$$

$$179,98 \text{ кг} - X_{\text{H}_2\text{O}} \text{ кг}$$

$$X_{\text{H}_2\text{O}} = 179,98 \times (36 \times 10^{-3} : 136 \times 10^{-3}) = 47,63 \text{ кг}.$$

Аналогично

$$X_{\text{CaSO}_4 \times 2\text{H}_2\text{O}} = 179,98 \times (172 \times 10^{-3} : 136 \times 10^{-3}) = 227,61 \text{ кг}.$$

Опытным путем было определено, что компоненты для приготовления строительной смеси в растворобетоносмесителе поддерживается в весовом соотношении (0.9:0.7:0.16) = (ангидритовое вяжущее:шлак:вода).

Составим пропорции:

$$0,9 - 909 \text{ кг}$$

$$0,7 - X_{\text{шлак}} \text{ кг}.$$

Определим количество шлака, необходимое для замеса ангидрито-шлакового бетона:

$$X_{\text{шлак}} = 0,7 \times 909 / 0,9 = 707 \text{ кг}$$

и технологическое количество воды:

$$X_{\text{техн H}_2\text{O}} = 0.16 \times 909 : 0.9 = 161.6 \text{ кг.}$$

Рассчитаем, какое количество воды будет являться избыточным по отношению к стехиометрически необходимому:

$$G_{\text{изб}} = X_{\text{техн H}_2\text{O}} - X_{\text{H}_2\text{O}} = 161.06 - 47.63 = 113.97 \text{ кг.}$$

Составляем материальный баланс на часовую производительность (таблица 1).

Таблица 3. 1 - Материальный баланс на часовую производительность

Приход	кг/час	%	Расход	кг/час	%
1. CaSO <sub>4</sub> вск	179.98	10.12	1. CaSO <sub>4</sub> вск	-	
2. CaSO <sub>4</sub> н/о	719.92	40.5	2. CaSO <sub>4</sub> н/о	719.92	40.5
3. CaF <sub>2</sub>	9.09	0.51	3. CaF <sub>2</sub>	9.09	0.51
4. Шлак	707	39.77	4. Шлак	707	39.77
5. Вода	161.6	9.09	5. CaSO <sub>4</sub> × 2H <sub>2</sub> O	227.61	12.8
			6. Вода	113.97	6.41
Итого	1777.59	99.99		1777.59	99.99

## Приложение И

### Расчет теплового баланса

Для теплового баланса процесса необходимо рассчитать материальный баланс, исходя из разовой загрузки растворобетоносмесителя.

Определим объемную производительность (или разовую загрузку) растворобетоносмесителя.

Подсчитано, что на изготовление 1 КММ размером (6.3x3.5x2.5)м потребуется 18.5 т или 10.4 м<sup>3</sup> строительной смеси.

За один 8-часовой рабочий день рабочие цеха изготовят 1 модуль размером (6.3x3.5x2.74) м, включая пол и потолок.

Таким образом, расход ангидрито-шлакового бетона в смену составит  $18.5/2 = 9.25$  тонн или 10.5 м<sup>3</sup>.

Для нашего производства подойдет растворобетоносмеситель с объемной производительностью 0,6 м<sup>3</sup>, который за час способен выполнить 10 замесов объемом 5 м<sup>3</sup> ангидритово-шлакового бетона.

Так как 1 м<sup>3</sup>=1.76 т, следовательно разовая загрузка растворобетоносмесителя составит:  $0.6 \times 1.76 = 1.05$  т=1050 кг.

Расчет материального баланса для разовой загрузки растворобетоносмесителя подсчитаем по аналогии с материальным балансом на часовую производительность.

Полученные результаты расчета представлены в таблице И.1

Таблица И.1 - Материальный баланс на разовую загрузку растворобетоносмесителя

№	Приход	кг	Расход	кг
1	CaSO <sub>4</sub> вс	108	CaSO <sub>4</sub> x2H <sub>2</sub> O	136
2	CaSO <sub>4</sub> н/о	430	CaSO <sub>4</sub> н/о	430
3	CaSiO <sub>3</sub>	418	CaSiO <sub>3</sub>	419
4	H <sub>2</sub> O технолог.	96	H <sub>2</sub> O технолог.	96
5	H <sub>2</sub> O реакц.	29		
	Итого	1081		1081

$H_2O$  реакц. – стехиометрическое количество реакционной воды;  $H_2O$  технолог. – технологически необходимое, в том числе стехиометрическое, количество воды;

На основании данных о массах исходных компонентов и получаемых продуктов (таблица И.1) рассчитаем тепловой баланс для растворобетоносмесителя.

Тепловой баланс основан на законе сохранения энергии. Для химико-технологических процессов приход теплоты  $Q_{пр}$  данного аппарата равен расходу теплоты  $Q_{расх}$  в том же аппарате:

$$\sum Q_{пр} = \sum Q_{расх} \quad (26)$$

Количество теплоты, приходящее с исходными компонентами, рассчитывается по формуле:

$$Q_i = (m_i/M_i) \times C_{pi} \times \Delta T \quad (27)$$

где  $Q_i$  – количество теплоты  $i$ -того компонента, кДж;  $m/M$  – количество молей  $i$ -того вещества, моль;  $\Delta T$  – разность температур, начальной и достигнутой;  $C_{pi}$  — теплоемкость  $i$ -того компонента, Дж/(моль $\times$ К).

Теплоемкость вещества определяется по формуле :

$$C_p = a + bT + c^1/T^2 \quad (28)$$

где  $a, b, c^1$  – справочные данные

Определяем тепло, которое приходит с исходными компонентами смеси (ангидритом  $CaSO_4$ , золошлаком (по силикату кальция  $CaSiO_3$ ) и технологической водой):

$$\begin{aligned} \sum Q_{прихода}^{25} &= Q_{CaSO_4} + Q_{золошлак} + Q_{H_2O} = (538 \times 10^3 / 136) \times 99,66 \times 25 + \\ &+ (418 \times 10^3 / 116) \times 81,85 \times 25 + (96 \times 10^3 / 36) \times 75,31 \times 25 = 9856 + 7373 + 5020 = \\ &= 22249 \text{ кДж} \end{aligned}$$

Основная реакция, осуществляемая в растворобетоносмесителе, - это реакция гидратации.



Определим тепловой эффект реакции гидратации, который равен сумме теплот образования исходных веществ за вычетом суммы теплот образования продуктов реакции (формула 5):

$$\Delta H_{\text{реакции}} = \Sigma(\Delta H_{\text{продуктов}}) - (\Delta H_{\text{исх}}) \quad (29)$$

В нашем случае  $\Delta H_{\text{реакции}} = \Delta H_{\text{гипс}} - (\Delta H_{\text{CaSO}_4} + 2 \Delta H_{\text{H}_2\text{O}}) = -2021,1 - (-1432,7 + 2 \times (-285,83)) = -16,74$  кДж/моль.

Так как энтальпия реакции имеет отрицательное значение, следовательно, реакция – экзотермичная, т.е. идет с выделением тепла. В этом случае тепло реакции относят в приход.

В реакции участвует следующее количество воды:  $42,9 \times 10^3 / 36 = 1191,7$  моль, следовательно

$$Q_{\text{реакции}} = 16,74 \times 805,5 = 13484 \text{ кДж.}$$

Рассчитаем количество теплоты, приходящее с исходными компонентами и в результате реакции гидратации:

$$Q_{\text{прихода}} = \Sigma Q^{25} + Q_{\text{реакции}} = 22249 + 13484 = 35733 \text{ кДж.}$$

Определим, до какой температуры разогреется смесь в растворобетоносмесителе.

Предположим, что смесь за счет экзотермической реакции гидратации нагреется до  $55^\circ\text{C}$  (328 К). Найдем, сколько тепла нужно подвести к продуктам, для того, чтобы они разогрелись до  $T = 55^\circ\text{C}$ :

$$Q^{55} = (430 \times 10^3 / 136) \times 102,6 \times (328 - 273) + (136 \times 10^3 / 172) \times 186,2 \times 55 + (418 \times 10^3 / 116) \times 39,8 \times 55 + (96 \times 10^3 / 36) \times 75,31 \times 55 = 17842 + 8097 + 7888 + 11045 = 44872 \text{ кДж}$$

Сделаем другое предположение, что продукты смеси нагреются до  $25^\circ\text{C}$ .

Количество тепла, которое потребуется для нагрева продуктов до  $25^\circ\text{C}$  составит  $Q^{25} = 20396,36$  кДж

$$\text{Разность } Q^{55} - Q^{25} = 44872 - 20396,36 = 24475,69 \text{ кДж}$$

Следовательно, чтобы нагреть продукты смеси на  $1^{\circ}\text{C}$  в диапазоне температур  $(25 - 55)^{\circ}\text{C}$  потребуется  $24475.69 / 30 = 815.9$  кДж/  $^{\circ}\text{C}$ .

Исходя из найденного значения  $Q_{\text{реакции}} = 13484$  кДж получаем, что этого количества тепла будет достаточно для нагрева смеси на  $13484 / 815.9 = 16^{\circ}\text{C}$ .

Таким образом, смесь разогреется до температуры  $T = 25 + 16 = 41^{\circ}\text{C}$ .

Теперь определяем теплоемкость нерастворимого ангидрита  $\text{CaSO}_4\text{н/о}$ , двухводного гипса  $\text{CaSO}_4 \times 2\text{H}_2\text{O}$ , золошлака и воды технологической  $\text{H}_2\text{O}$  при  $T = 41^{\circ}\text{C}$  ( $314^{\circ}\text{K}$ ) и данные заносим в табл. И.2:

$$Q_{\text{золошлак}}^{41} = (418 \times 10^3 / 116) \times 39.8 \times 41 = 5880.1 \text{ кДж}$$

$$Q_{\text{CaSO}_4 \times 2\text{H}_2\text{O}}^{41} = (136 \times 10^3 / 172) \times 186.2 \times 41 = 6036.34 \text{ кДж}$$

$$Q_{\text{H}_2\text{O}}^{41} = (96 \times 10^3 / 36) \times 75.31 \times 41 = 8233.89 \text{ кДж}$$

Таблица И.2 - Тепловой баланс для растворобетоносмесителя

№	Наименование вещества	Q, кДж	%	№	Наименование вещества	Q, кДж	%
Приход				Расход			
1	$\text{CaSO}_4$	9856	27.77	1	$\text{CaSO}_4 \times 2\text{H}_2\text{O}$	6036.34	16.62
2	Золошлак	7373	20.8	2	$\text{CaSO}_4\text{н/о}$	16201.6	44.61
3	$\text{H}_2\text{O}$	5020	14.09	3	Золошлак	5880.1	16.2
4	Реакция гидратация	13484	37.33	4	$\text{H}_2\text{O}$	8233.89	22.57
Итого		35733	99.99	Итого		36351	100

## Приложение К

Таблица К.1 Сравнение затрат на сырье при производстве ангидрито-шлакового и цементно-шлакового КММ размером (6,3х3,5х2,5х0,12)м

сырье	ФАВ			Портландцемент		
	объем	стоим	цена	объем	стоим	цена
вода	1,6 т	50р/т	80р	3,79 т	50р/т	189,5р
вяжущ	9,4 т	1200р/т	11280р	2,59 т	4800р/т	12432р
шлак	7,3 т	150р/т	1095р	12,2 т	150р/т	1830р
			12455р			14452р

Учитывая годовую производительность 127 КММ в год  
экономическая выгода строительства используя ФАВ:

$$(14452 - 12455) \times 127 = 253619р$$