

Школа Инженерная школа энергетики
 Направление подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника
 Отделение школы (НОЦ) НОЦ И.Н. Бутакова

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Анализ эффективности обжига керамзита в барабанном агрегате
УДК 666.32–048.34

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3–5Б4Б1	Янкин Павел Сергеевич		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Голдаев С.В.	д.ф.- м.н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН ШБИП	Завьялова З.С.	к.ф.н., доцент		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент ОКД ИШНКБ	Н.А. Алексеев	-		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Руководитель ООП	Антонова А.М.	к.т.н.		

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ООП

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
	<i>Универсальные компетенции</i>
P1	Осуществлять коммуникации в профессиональной среде и в обществе в целом, в том числе <i>на иностранном языке</i> , разрабатывать документацию, презентовать и защищать результаты <i>комплексной</i> инженерной деятельности.
P2	Эффективно работать индивидуально и в коллективе, в том числе междисциплинарном, с делением ответственности и полномочий при решении <i>комплексных</i> инженерных задач.
P3	Демонстрировать <i>личную</i> ответственность, приверженность и следовать профессиональной этике и нормам ведения <i>комплексной</i> инженерной деятельности с соблюдением правовых, социальных, экологических и культурных аспектов.
P4	Анализировать экономические проблемы и общественные процессы, участвовать в общественной жизни с учетом принятых в обществе моральных и правовых норм.
P5	К достижению должного уровня экологической безопасности, энерго- и ресурсосбережения на производстве, безопасности жизнедеятельности и физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности.
P6	Осознавать необходимость и демонстрировать <i>способность к самостоятельному обучению в течение всей жизни</i> , непрерывному самосовершенствованию в инженерной профессии, организации обучения и тренинга производственного персонала.
	<i>Профессиональные компетенции</i>
P7	Применять <i>базовые</i> математические, естественнонаучные, социально-экономические знания в профессиональной деятельности <i>в широком</i> (в том числе междисциплинарном) контексте в <i>комплексной</i> инженерной деятельности в производстве тепловой и электрической энергии.
P8	Анализировать научно-техническую информацию, ставить, решать и публиковать результаты решения задач <i>комплексного</i> инженерного анализа с использованием <i>базовых и специальных</i> знаний, нормативной документации, современных аналитических методов, методов математического анализа и моделирования теоретического и экспериментального исследования.
P9	Проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектных разработок объектов производства тепловой и электрической энергии, выполнять <i>комплексные</i> инженерные проекты с применением <i>базовых и специальных</i> знаний, <i>современных</i> методов проектирования для достижения <i>оптимальных</i> результатов, соответствующих техническому заданию <i>с учетом</i> нормативных документов, экономических, экологических, социальных и других ограничений.
P10	Проводить <i>комплексные</i> научные исследования в области производства тепловой и электрической энергии, включая поиск необходимой информации, эксперимент, анализ и интерпретацию данных, и их подготовку для составления обзоров, отчетов и научных публикаций с применением <i>базовых и специальных</i> знаний и <i>современных</i> методов.

P11	Использовать информационные технологии, использовать компьютер как средство работы с информацией и создания новой информации, осознавать опасности и угрозы в развитии современного информационного общества, соблюдать основные требования информационной безопасности.
P12	Выбирать и использовать необходимое оборудование для производства тепловой и электрической энергии, управлять технологическими объектами на основе АСУТП; использовать инструменты и технологии для ведения комплексной практической инженерной деятельности с учетом экономических, экологических, социальных и других ограничений.
	<i>Специальные профессиональные</i>
P13	Участвовать в выполнении работ по стандартизации и подготовке к сертификации технических средств, систем, процессов, оборудования и материалов теплоэнергетического производства, контролировать организацию метрологического обеспечения технологических процессов теплоэнергетического производства, составлять документацию по менеджменту качества технологических процессов на производственных участках.
P14	Организовывать рабочие места, управлять малыми коллективами исполнителей, к разработке оперативных планов работы первичных производственных подразделений, планированию работы персонала и фондов оплаты труда, организовывать обучение и тренинг производственного персонала, анализировать затраты и оценивать результаты деятельности первичных производственных подразделений, контролировать соблюдение технологической дисциплины.
P15	Использовать методики испытаний, наладки и ремонта технологического оборудования теплоэнергетического производства в соответствии с профилем работы, планировать и участвовать в проведении плановых испытаний и ремонтов технологического оборудования, монтажных, наладочных и пусковых работ, в том числе, при освоении нового оборудования и (или) технологических процессов.
P16	Организовывать работу персонала по обслуживанию технологического оборудования теплоэнергетического производства, контролировать техническое состояние и оценивать остаточный ресурс оборудования, организовывать профилактические осмотры и текущие ремонты, составлять заявки на оборудование, запасные части, готовить техническую документацию на ремонт, проводить работы по приемке и освоению вводимого оборудования.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
 федеральное государственное автономное
 образовательное учреждение высшего образования
 «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Школа Инженерная школа энергетики
 Направление подготовки (специальность) 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника
 Отделение школы (НОЦ) НОЦ И.Н. Бутакова

УТВЕРЖДАЮ:
 Руководитель ООП
 _____ Антонова А.М.
 (Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

бакалаврской работы

(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
3-5Б4Б1	Янкину Павлу Сергеевичу

Тема работы:

Анализ эффективности обжига керамзита в барабанном агрегате	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	13.05.2019 г. №3689/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:

--

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе <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>	ООО «ЗКПД ТДСК» цех по производству керамзита. Технологическая схема производства керамзитового гравия Основное технологическое оборудование по термической обработке сырья для производства керамзита.
---	--

Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов <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>	При написании данной работы были использованы: научная и учебно-методическая литература, а также нормативные документы Российской Федерации. Основным источником, раскрывающим существующие технологии при производстве керамзита. 1. Расчет теплового баланса вращающейся печи. 2. Расчет энергетических затрат на сушку сырья. 3. Расчет энергетических затрат на вспучивание материала. 4. Расчет энергетических затрат на охлаждение керамзита. 5. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсоснабжение. 6. Социальная ответственность.
Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i>	
Раздел	Консультант
Социальная ответственность	ассистент ООД ШБИП Алексеев Николай Архипович
Финансовый менеджмент	к.ф.н. Доцент, ОСГН ШБИП Завьялова Зинаида Сергеевна

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	
--	--

Задание выдал руководитель / консультант (при наличии):

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Научный руководитель ВКР	Голдаев С.В.	Профессор, д.ф.-м.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-5Б4Б1	Янкин Павел Сергеевич		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа состоит из 82 страниц, 8 рисунков, 25 таблиц, 21 источника.

Ключевые слова: вращающаяся печь, сушильный барабан, керамзит, глинистый сырец, процесс сушки, вспучивание.

Цель работы – анализ эффективности обжига керамзита в барабанном агрегате.

В процессе исследования проводился расчет энергетических затрат на термическую обработку сырья при изготовлении керамзита в барабанном агрегате.

В результате исследования разработана модернизированная схема, позволяющая повысить эффективность термической обработки сырья при изготовлении керамзита. Предложены конструктивные решения, которые позволят снизить расход теплоты, вследствие чего понизится расход топлива на обжиг керамзита во вращающемся барабанном агрегате. Тем самым экономические затраты на производства снизятся.

Полученные результаты планируется предложить для реализации в ООО «ЗКПД ТДСК», поскольку они экономически – целесообразны и позволят максимально эффективно использовать теплоту полученную от горения топлива на термическую обработку сырья при производстве керамзита.

ОПРЕДЕЛЕНИЯ, ОБОЗНАЧЕНИЯ, СОКРАЩЕНИЯ, НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

В данной работе использовались следующие сокращения:

ООО – общество с ограниченной ответственностью

ЗКПД – завод крупнопанельного домостроения

ТДСК – Томская домостроительная компания

В настоящей работе использованы ссылки на следующие стандарты:

СанПиН 2.2.4.548-96 Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.

СП 51.13330.2011 Защита от шума. Актуализированная редакция СНиП 23-03-2003.

ГН 2.1.6.3492-17 Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе городских и сельских поселений (с изменениями на 31 мая 2018 года)

ГОСТ 12.0.002-2014 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Термины и определения.

ГОСТ 12.1.004-91 Система стандартов безопасности труда (ССБТ).

Пожарная безопасность.

СНиП 21-01-97 Пожарная безопасность зданий и сооружений. ГОСТ 12.1.009-2009 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электробезопасность. Термины и определения.

ГОСТ Р 22.0.02-2016 «Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Термины и определения основных понятий

Оглавление

ВВЕДЕНИЕ.....	10
1. ОБРОБОТКА СЫРЬЯ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА КЕРАМЗИТА	12
1.2. Сырьевые материалы для производства керамзитового гравия.....	12
1.2. Процессы, происходящие при сушке материала	12
1.3. Процессы, происходящие при обжиге керамзита.....	16
1.4. Теплообмен во вращающейся печи.....	19
2. ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ ОБОРУДОВАНИЯ ПО ОБРАБОТКЕ СЫРЬЯ.....	22
2.1. Добыча и переработка сырья	22
2.2 Сушка гранул.....	24
2.3. Обжиг керамзита	29
2.4. Характеристика оборудования печи обжига	30
3. АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПЕЧИ ОБЖИГА КЕРАМЗИТОВОГО ГРАВИЯ	34
3.1. Расчет процесса горения топлива.....	34
3.2. Тепловой баланс печи обжига керамзитового гравия	35
3.2.1. Тепловой баланс печи обжига по зонам.....	41
4. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ.....	46
4.1. Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	46
4.1.1. Потенциальные потребители результатов исследования.....	46
4.1.2. Ресурсоэффективность и ресурсосбережение: анализ конкурентных технических решений	47
4.2. Инициация проекта	50
4.2.1. Цели и результаты проекта.....	50
4.2.2. Организационная структура проекта.....	51
4.2.3. Ограничения проекта	52
4.3. Планирование научно-исследовательских работ.....	52
4.3.1. Структура работ в рамках научного проекта.....	52
4.3.2. Определение трудоемкости выполнения	53
4.3.3. Определение трудоёмкости выполнения	53
4.4. Необходимое оборудование	56
4.4.1. Расчет затрат на потребляемую компьютером электроэнергию	56
4.4.2. Расчет материальных затрат научно-технического исследования.....	56
4.4.3. Полная заработная плата исполнителей проекта	57
4.4.4. Полная заработная плата исполнителей проекта	58
4.4.5. Накладные расходы	59

4.5. Определение ресурсоэффективности проекта	60
4.6. Заключение	61
5. Социальная ответственность	63
4.1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.....	63
4.2. Производственная безопасность.....	64
4.2.1 Описание вредных веществ, источники возникновения, воздействие на человека и предлагаемые средства защиты	65
4.2.2. Характеристика опасных факторов на производстве: источник возникновения и средства защиты для минимизации воздействия фактора.	70
4.3. Экологическая безопасность.....	72
4.4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	75
4.5. Пожарная и взрывная безопасность	75
4.6. ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	78
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	80
Список использованных источников	81

ВВЕДЕНИЕ

Решение задачи повышения конкурентной способности строительной продукции путем снижения материальных и энергетических затрат при производстве строительных материалов, строительстве и эксплуатации зданий является весьма актуальной. В настоящее время отечественная строительная продукция существенно уступает по энергозатратам странам Европы, большая часть которых приходится на этапы изготовления строительных материалов и эксплуатацию объектов строительства. При проектировании ресурсосберегающих и энергоэффективных зданий необходимо большое внимание уделять качеству строительных материалов, используемых для конструктивных несущих элементов и ограждающих конструкций. При строительстве энерго-ресурсосберегающих жилых зданий экономического класса большое внимание уделяется разработке и применению для изготовления несущих конструкций высокопрочных легких бетонов, с использованием керамзитового гравия, полученного из местного сырья. Базовые технические решения, при проектировании предприятия по производству керамзитового гравия, основываются на предложениях отечественных и зарубежных поставщиков оборудования ООО «Плинфа» г. Харьков Украина и ООО «Строммашина» г. Самара. Данные организации предоставляют техническую документацию на производимое оборудование и оказывают содействие в технологическом проектировании.

Разработка технологической части проводилась с соблюдением «Общесоюзных норм технологического проектирования предприятий и цехов по производству керамзитового гравия и песка» (ОНТП II-86) и с учетом рекомендаций Технического кодекса установившейся практики ТКП

45-7.02-175-2009 «Производство керамзитового гравия и песка». Производственная мощность предприятия определяет тип и количество устанавливаемых обжиговых агрегатов. Остальное технологическое оборудование должно гарантировано обеспечивать их бесперебойную работу.

Существует три основных направления использования керамзитового гравия:

Теплоизоляционные засыпки – керамзитовый гравий с насыпной плотностью 350–500 кг/м³, прочность и фракционный состав не принципиальны. Заполнитель легких бетонов – керамзитовый гравий с насыпной плотностью 500–800 кг/м³, прочность П125 ... П200 и фракционный состав фракция 5–10 и 10–20 мм с добавкой керамзитового песка фракции 0–5 мм;

Керамдор – тяжелый керамзитовый гравий с насыпной плотностью 900–1100 кг/м³, прочность П150–П250, фракционный состав не принципиален.

Наиболее актуальным является направление по снижению энергетических затрат на обжиг керамзита и сушку сырцовых гранул, а также повышение эффективности использования располагаемой теплоты в печи обжига и сушильном барабане.

Целью данной работы является расчет энергетических затрат на термическую обработку сырья при изготовлении керамзита в барабанной вращающейся печи. По результату этой работы планируется создать модернизированную схему, позволяющую повысить эффективность термической обработки.

Объектом исследования является действующее производство ООО «ЗКПД ТДСК» цех по производству керамзитового гравия, расположенный в городе Томске.

1. ОБРОБОТКА СЫРЬЯ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА КЕРАМЗИТА

1.2. Сырьевые материалы для производства керамзитового гравия.

Как показывает практика производства керамзита, для его изготовления больше всего подходят легкоплавкие глинистые породы, которые способны вспучиваться при обжиге, с учетом вводимых добавок и образовывать материалы ячеистой структуры. Сырье должно обладать следующими основными свойствами:

1. Содержать не более 30% песчаных и пылеватых частиц. Не содержать частиц карбонатов кальция и магния крупнее 0,2 мм и гипса;

1. Вспучиваться при температуре ниже 1250⁰С при интервале вспучивания не менее 50⁰С.

2. Содержать тонкодисперсные органические примеси в пределах 1-2%, однако в некоторых случаях недостаток их может быть восполнен соответствующими добавками (нефтяные продукты и отходы).

Различаясь в условиях ускоренной термической обработки, легкоплавкие глинистые породы вспучиваются за счет давления изнутри газообразных продуктов, выделяющихся в обжигаемой глинистой массе, и образуют стекловидный материал с ячеистой структурой, состоящий из стекловидной и кристаллической фаз.

Пригодность исходного материала для производства керамзита определяют в лабораториях. В ряде случаев в основное сырье вводят добавки, способствующие увеличению коэффициента вспучивания. Для этого могут использоваться горные породы (алунит, перлит), железистые составы, органические (мазут, соляровое масло) или синтетические вещества.

1.2. Процессы, происходящие при сушке материала

Приготовленный пластическим способом гранулированный полуфабрикат обычно имеет влажность в пределах 16–25%. Несмотря на это, его не обязательно сушить перед обжигом. Объясняется это тем, что в технологии керамзита без ущерба для качества готового продукта глинистые материалы из хорошовспучивающихся пород или обогащенных добавками

можно обжигать не только при любой формовочной влажности, но и в виде шлама, где содержание воды достигает 40–60%.[1]

Известно, что в производстве керамических изделий необходимость их сушки перед обжигом объясняется требованиями к их сохранности от трещин, деформаций и разрушения. При изготовлении керамзита из хорошеовспучивающихся глин трещиноватость, деформация и даже полное разрушения части исходного сырца существенного влияния на конечный результат производства не оказывает, так как окончательное формирование зерен из гранул вспученного материала из гранул произвольной формы, в том числе и осколков разрушенного сырца, происходит в процессе обжига во вращающейся печи. При этом отмечается, что в процессе вспучивания все гранулы и их осколки увеличиваются в объеме и принимают, как правило, гравелистую форму без следов трещин и деформаций, полученных при сушке или предварительной тепловой подготовке.[1]

Однако по технико-экономическим соображениям, целесообразно в максимальной мере использовать теплоту отходящих газов печей и остывающего керамзита для сушки и подогрева материала перед обжигом.

Рационально использовать тепловые ресурсы можно организацией искусственной сушки гранулированного сырца в искусственных сушилках и складировать сухой материал в бункерах перед печами. Достоинство такого способа, является то, что запас полуфабриката перед печами позволяет бесперебойное, круглосуточное питание печей материалом и организовывать работу подготовительных отделений, в том числе карьера, в две смены непрерывной рабочей неделе. Недостаток подобного способа в том, что для сушки используется только часть высвобождающейся теплоты, при этом ее большее количество теряется после выгрузки материала из сушилки.

Другое направление рационального использования тепловых ресурсов – применение для обжига влажного материала. Для этого нужны более длинные вращающиеся печи, в которых сушка сырца происходит в удлиненной зоне обезвоживания. Достоинство такого способа то, что сушка и обжиг

осуществляется в одном агрегате. Недостаток – невозможность локально регулировать режим сушки, независимо от работы печи.[2]

Третий способ заключается в организации одновременно сушки и подогрев материала до температуры примерно 200–400°С перед обжигом в отдельных от вращающиеся печи теплообменных аппаратах.

После предварительного прогрева материал поступает непосредственно во вращающуюся печь, основное назначение которой в этом случае сводится к процессу вспучивания. В связи с этим ее длина может быть резко сокращена. Предварительный подогрев можно производить в различных аппаратах барабанного, шахтного, конвейерного или другого типа. Основное преимущество ступенчатого принципа термической обработки: возможность наиболее полного использования теплоты отходящих газов и остывающего керамзита непосредственно для процесса сушки и нагрева материала, исключая промежуточное охлаждение материала, как при раздельной сушке; возможность раздельного регулирования процесса предварительной тепловой обработки материала и обжига со вспучиванием.

В зарубежной практике наиболее развито второе направление. Почти все ранее выстроенные зарубежные предприятия, изготавливающие керамзит по пластическому, сухому и мокрому способам, не прибегают к сушке сырца перед обжигом. Такой процесс осуществляется в удлиненной зоне сушки вращающейся печи с помощью встроенных теплообменных устройств.[1]

Отечественные предприятия, работающие по сухому способу, тоже не применяют сушку. На всех предприятиях, работающих по пластическому способу, применяется искусственная сушка.

В последние годы все больше распространен третий способ, предусматривающий ступенчатый принцип термической обработки – тепловую подготовку в запечных теплообменниках и вспучивание его в укороченных вращающихся печах.

Сушку гранулированного сырца проводят в барабанных сушилках, а также в аппаратах конвейерного типа.

В зависимости от направления движения газов в отношении материала, сушильные барабаны могут работать по принципу прямотока и противотока. Для лучшего перемешивания материала и удлинения его пути, для увеличения поверхности теплопередачи изнутри сушилок встраивают пересыпающие устройства в виде лопастей, уголков, крестовин, ячейковых вставок. Чем больше поверхность соприкосновения газов и материала, тем эффективней происходит процесс сушки. Поэтому внутреннему строению сушильных барабанов придается большое значение.

Теплоносителем при сушке сырца служат уходящие из печи дымовые газы, их температура может регулироваться, с помощью добавки наружного воздуха, смешанного с горячими газами.

Для каждого материала режим сушки устанавливают опытным путем. Остаточная влажность материала после сушки не должна превышать 15%. Интенсивность обезвоживания гранулированного материала в сушильных барабанах не ограничивается сохранностью формы, поэтому этот режим ничем не отличается от сушки глин в керамической промышленности.

Недостаток барабанов, как сушильного оборудования это низкий КПД и высокая степень измельчения материала.

Сушильные барабаны и другие сушильные устройства применяют, только для сушки гранулированного сырца до 7–15% влажности. Запечные теплообменные аппараты, применяют для предварительного нагрева гранул, непосредственно перед вспучиванием.

Тепловая подготовка материала перед вспучиванием включает не только сушку, но подогрев материала до 200–400°C, то обычные сушильные барабаны для этой цели не пригодны. Их можно использовать только после необходимой модернизации. Главное отличие барабанов предварительной тепловой подготовки в том, что они работают в сочетании с барабанами вспучивания, сопряжены с ними по одной оси или через смесительную камеру, действуют по принципу противотока, привод для вращения в диапазоне 1,5–3,5 об/мин и футеруются шамотным кирпичом полностью или на 2/3 длины с горячей стороны. Их размеры зависят от размеров и производительности барабанов

вспучивания. Основное технологическое назначение барабанов – нагрев гранулированного материала, в условии восстановительной среды внутри гранул. Такие барабаны служат теплообменниками для максимально возможного использования теплоты продуктов горения форсуночного топлива, сжигаемого в барабане вспучивания, для чего их обязательно снабжают вставными теплообменными устройствами, в виде цепных завес.[1]

Восстановительные условия внутри гранул материала в этой зоне создаются за счет содержащихся в глине органических примесей или их добавок и накопления сажистого углерода по реакции



При заданных температурах обжига и влажности сырья, длине и диаметре барабана оптимальный режим предварительной тепловой подготовки материала регулируется изменением скорости вращения барабана и коэффициента его заполнения.

Предварительную тепловую обработку материала при производстве керамзита по ступенчатому способу с обжигом в коротких вращающихся печах помимо барабанных можно вести в различных запечных – конвейерного, колосникового, шахтного и других типов теплообменных устройствах. Большая эффективность этих устройств очевидна, потому что они обладают повышенными показателями теплообмена и в то же время позволяют создать требуемую газовую среду для тепловой обработки материала.[2]

Опыт производства керамзита показывает, что при применении запечных теплообменно-подогревательных устройств расход топлива на обжиг керамзита может быть снижен в 1,5–2 раза чем на действующих предприятиях, работающих по обычной технологии.[1]

1.3.Процессы, происходящие при обжиге керамзита

Во вращающихся печах продолжительность обжига керамзита составляет обычно 25–60 минут, поэтому физико-химические процессы, происходящие при нагревании глинистых материалов, смещаются в область более высоких температур. Характер процессов, протекающих при обжиге

керамзита во вращающейся печи, позволяет условно подразделить ее на четыре зоны: испарения влаги; нагрева, совпадающую с зонами дегидратации, декарбонизации и окислительно-восстановительных реакций; вспучивания; охлаждения.[1]

Вначале сырец поступает в зону сушки, где под воздействием теплоты дымовых газов, имеющих в этой зоне температуру от 200 до 750°C, свободная и частично физически связанная вода, содержащаяся в нем, испаряется. Свободная вода полностью удаляется только тогда, когда температура материала достигает 120°C. Физически связанная вода, адсорбированная на поверхности мельчайших глинистых частиц и заполняющих микрокапилляры, при медленном обжиге удаляется в промежутке от 150–170°C, а при быстром нагреве – при более высоких температурах. Так как на испарение затрачивается большое количество теплоты, температура самого материала в зоне сушки поднимается медленно и только к концу обезвоживания достигает температуру около 200 °C.

В зависимости от способа производства влажность сырца, поступающего в печь, составляет 0–35%. Сырец имеет нулевую или минимальную влажность в том случае, если сушка и предварительный нагрев выносятся за пределы вращающейся печи, при ступенчатом обжиге материалов на керамзит в двухбарабанных печах. При мокром способе производства полуфабриката сырец имеет наибольшую влажность.

Длина зоны сушки во вращающейся печи может существенно изменяться, когда применяют мокрый способ она составляет до 60% общей длины печи, а при сухом до 25–40%.[1]

Материал в зоне сушки лежит сплошным слоем на футеровке, занимая незначительную часть живого сечения печи. Газовый поток практически не омывает материал или соприкасается с ним по очень малой поверхности, поэтому зона сушки вращающейся печи в качестве сушильного аппарата работает неэффективно. Для увеличения теплопередачи, по подобию с конструкцией сушильного барабана в верхнем холодном конце печи устраивают теплообменные устройства в виде лопастей или крестовин. В

отличие от сушильных барабанов, в печах для обжига керамзита получили распространение только в недавнее время, потому что ранее считалось, что они способствуют измельчению материала и накоплению мелких фракций заполнителя. Более выгодным считается вынос секции сушки за пределы печи с применением специально приспособленных аппаратов для одновременной сушки и подогрева гранулированного сырца.[3]

В однобарабанных печах высушенный материал с температурой около 200°C поступает в следующую зону – зону нагрева длиной 20–30% общей длины печи. В этой зоне происходит сложный комплекс окислительно-восстановительных реакций, дегидратация, декарбонизация материала. Если бы материал подвергался постепенному и длительному нагреву, то эти реакции происходили бы при следующих температурах: удаление части адсорбированной и химически связанной влаги глинистых минералов 200–800°C, разложение карбонатов 400–900 °C, окисление органических примесей 350–650 °C. Обжиг керамзита ведут в слабоокислительной, и окислительной внешней среде, а процесс нагрева материала в этой зоне с 200 до 1100–1250 °C, когда он начинает вспучиваться, составляет 15–30 минут. Время нагревания в период интенсивного выделения паро- и газообразных продуктов разложения глинистых материалов 6–8 минут.

В этих условиях реакции разложения компонентов глинистого сырья сдвигаются на более высокий температурный уровень 1100–1200 °C, т. е. в зону вспучивания. При быстром обжиге за короткое время из материала удаляются большое количество паро- и газообразных продуктов, которые создают вокруг глинистого материала газовые оболочки, которые задерживают доступ кислорода к ним из окружающей среды и окисление органических примесей. Выгорание коксового остатка из гранул, также смещается в область более высоких температур и происходит тогда, когда заканчивается интенсивный процесс обезвоживания и декарбонизация и кислород печной среды получит свободный доступ к гранулам материала.[1]

В период нагрева значительное количество теплоты расходуется на сам нагрев материала, на реакции обезвоживания, декарбонизации и восстановления, протекающие с поглощением теплоты.

Из зоны нагрева материал поступает в зону вспучивания, где под воздействием высоких температур размягчается и вспучивается за счет давления изнутри газообразных продуктов, окислительно-восстановительных реакций, незавершенных в период нагрева. Длина зоны вспучивания 15–20% всей длины печи. После вспучивания керамзит проходит зону отвердевания, равной примерно 5% длины печи.

Таким образом, благоприятные условия вспучивания глинистых материалов во вращающейся печи зависит в большей мере от быстротечности обжига начиная от 500–600 °С, когда наиболее интенсивно происходит выделения паро- и газообразных продуктов. Протекающие при этом физико-химические процессы в зонах сушки и нагрева материала не заканчиваются, а накладываются друг на друга и в основном протекают параллельно друг другу.[1]

1.4.Теплообмен во вращающейся печи

Гранулированный материал во вращающейся печи нагревается в процессе пересыпания зерен, когда они соприкасаются с футеровкой или попадают на поверхность слоя. До максимального предела скорости вращения печи, чем выше скорость, тем интенсивнее пересыпается материал, тем чаще в единицу времени зерна соприкасаются с футеровкой и попадают на поверхность слоя, соответственно быстрее прогреваются.[1]

При постоянном коэффициенте заполнения печи и ее угла наклона наблюдается следующее: чем выше скорость вращения печи, тем меньше длительность цикла движения материала, равная периоду нагрева частицы на футеровке; период нагрева частицы на поверхности слоя; длительность полного цикла движения частицы; число периодов прогрева материала на поверхности слоя и на футеровке за время прохождения расстояния, равного диаметру печи.

При всем этом скорость движения материала в печи прямо пропорциональна, а коэффициент, а коэффициент заполнения обратно пропорционален скорости вращения печи.[2]

Чем меньше коэффициент заполнения печи и длительность полного цикла движения, тем больше период нагрева частиц на поверхности слоя и число периодов нагрева частицы на футеровке за время перемещения на расстояние, равное диаметру печи. При вращении печи в каждый момент на поверхности слоя находится не более 5–10% всех гранул. Остальное время они находятся внутри слоя.[3]

За все время обжига 30–60 минут каждая отдельно взятая частица пребывает на поверхности слоя в общей сложности не более нескольких минут, поэтому можно считать, что в процессе термической обработки частицы находятся внутри слоя.

При медленном вращении печи температура зерен внутри слоя материала будет меньше температуры зерен, соприкасающихся с газовым потоком и футеровкой. Чтобы добиться равномерного нагрева зерен материала по всему слою, необходимо обеспечить некоторую оптимальную скорость вращения печи.[1]

Большого эффекта можно достичь, увеличив число оборотов печи и одновременно уменьшить наклон. В этом случае увеличивается частота обновления материала на футеровке, что приводит к выравниванию его температуры по толще насадки, повышению разности между температурой материала и футеровки и к увеличению теплопередачи.

Во вращающейся печи материал получает теплоту за счет лучеиспускания на открытую поверхность материала от раскаленного газового потока и открытой части раскаленной поверхности футеровки к закрытой поверхности материала.

В зоне вспучивания и частично в зоне подогрева, где происходит горение, и достигаются большие температуры, основное количество теплоты передается гранулированному материалу лучеиспусканием от газового потока и футеровки. В зоне сушки и частично в зоне подогрева, где температура не

превышает 750 °С, основное количество теплоты передается материалу конвекцией от газового потока открытой поверхности зерен и за счет теплопроводности закрытой поверхности материала. При этом интенсивность теплопередачи значительно понижается, в силу чего работа этих зон во вращающейся печи без теплообменников малоэффективны.[2]

2. ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ ОБОРУДОВАНИЯ ПО ОБРАБОТКЕ СЫРЬЯ

2.1. Добыча и переработка сырья

Сырьем для производства керамзита в ООО «ЗКПД ТДСК» служат глины месторождения Воронинское-2 Томской области, расположенного в 12 км от цеха керамзитового гравия (потребителя).

Глинистое сырье, применяемое для производства керамзита, классифицируется по основным показателям, характеризующим его минеральный состав, химические, физико-механические и технологические свойства, представлены в таблице 2.1.

Таблица 2.1.

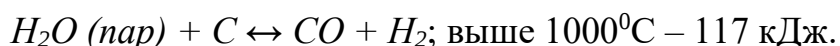
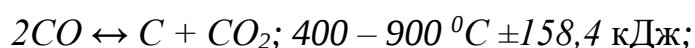
Наименование показателя	Единица измерения	Среднее значение	Характеристика глинистого сырья
Физическое состояние	—	Пылеватые суглинки	Плотное
Содержание частиц дисперсностью 0,001 мм	% (мас.)	28,31	Низкодисперсное
Содержание крупнозернистых включений	% (мас.)	0,005	С низким содержанием
Число пластичности	—	9	Умеренно пластичное
Интервал вспучивания	—	35	С узким
Коэффициент вспучивания в естественном состоянии	—	Не вспучивается	
Коэффициент вспучивания с добавкой мазута	—	2,35 – 2,55	Слабовспучивающееся
Содержание кварца	% (мас.)	25,47	С высоким содержанием
Содержание органических веществ	% (мас.)	0,14	С низким содержанием
Содержание оксидов железа Fe_2O_3	% (мас.)	4,9	Со средним содержанием
Содержание соединений серы SO_3	% (мас.)	0,15	С низким содержанием
Содержание Al_2O_3	% (мас.)	13,49	«Кислая», с низким содержанием
Содержание SiO_2	% (мас.)	62,49	Со средним содержанием
Минеральный состав	—	—	Гидрослюдистого состава с примесью минералов каолинита и монтмориллонита.

Данное глинистое сырье характеризуется следующими показателями:

- карьерная влажность 22 – 36 % (сред.29 %);

- огнеупорность – 1260⁰С (легкоплавкое);
- плотность – 1,87 – 1,99 г/см³.

Химический состав глинистого сырья не обеспечивает получение оптимальной вязкости расплава, необходимой для эффективной поризации гранул. В чистом виде данное глинистое сырье не может использоваться в качестве шихты при производстве керамзита, поэтому обязательным является введение корректирующих добавок. В производстве используется добавка мазута в количестве до 1%, что повышает качество сырья с учетом реакций:



Рост вспучивающего эффекта жидких органических добавок также связан с интенсивным восстановлением оксидов железа водородом, выделяющимся при дегидрировании углеводородов. Для глинистого сырья существует оптимальное количество добавки. Отступление от этого содержания ведет к повышению плотности керамзита.

С карьера п. Воронино сырье доставляется автотранспортом в крытый глинозапасник емкостью около 3000 м³ ямного типа, где складировается на площадке навалом. Из глинозапасника глина, подшихтованная пылью газоотчистки и отсевом сухих гранул, грейферным краном подается в измельчитель глины ИГ-51 для разбивки крупных комьев, который состоит из узла измельчения, выполненного в виде двух лопастных валов, вращающихся навстречу друг другу (причем лопасти одного вала при вращении заходят в пазы между лопастями другого вала), жесткой рамы, приемного бункера и привода с зубчатой передачей. При вращении лопастных валов комья глины, проходя между лопастями и ребрами на раме, измельчаются.

Из измельчителя глина подается в приемный бункер ленточного питателя СМ – 1091. Дозировка осуществляется с помощью шибера.

Далее глина по ленточному конвейеру подается на валы СМ – 416 предназначенные для грубой переработки и дробления сырья.

После предварительной переработки сырье подается в глиномешалку РЛ – 250. Здесь же по отдельному трубопроводу подается мазут. При необходимости компоненты увлажняются.

После перемешивания в глиномешалке сырья и добавки шихта подается в перерабатывающие вальцы СМ-369А. Происходит переработка массы путем продавливания через отверстия в бронеплитах-секторах. Зазор между валками до 5 мм. В аварийных случаях или при ремонте формующего пресса вальцы могут применяться как гранулирующий агрегат.

Сырцовые гранулы формируются путем продавливания массы винтовым шнеком пресса через отверстия лобовой формующей плиты и боковые отверстия обечайки пресса. Толщина плиты 20 мм. Допускается применять плиты с большей толщиной при условии двухсторонней раззенковки до размера 10–15 мм. После чего подготовленные сырцовые гранулы подаются в сушильный барабан, для удаления из них влаги.

2.2 Сушка гранул

Сушка сырцовых гранул характеризуется изменением влажности материала во времени и разделяется на два характерных периода: период постоянной скорости сушки и период падающей скорости сушки. Наиболее опасным является период постоянной скорости сушки, при которой наблюдается усадка гранул. При интенсивном испарении влаги в этот период могут появиться трещины или произойти полное разрушение гранул. По трещинам в последующем более интенсивно, чем из целой гранулы, удаляются газы, что приводит к уменьшению вспучивания гранул при обжиге и снижению прочности керамзитового гравия. При использовании хорошо вспучивающихся глин трещиноватость и даже полное разрушение части исходного сырца существенного влияния на конечный результат производства не оказывает, так как окончательное формирование зерен происходит в процессе обжига. Для улучшения перемешивания материала, удлинения его пути и увеличения поверхности теплоотдачи в сушильном барабане изнутри встраивают

пересыпающие устройства. Степень заполнения барабанов увеличивают, устраивая со стороны выхода материала подпорные приспособления.

Сушка гранул производится в сушильном барабане, который предназначен для удаления избыточной влаги из сырцовых гранул и их окатки. В процессе окатки закрываются трещины, возникшие при формировании сырцовых гранул.

Сушильный барабан имеет форму цилиндра, изготовленного из листовой стали толщиной 10 мм. Диаметр 2,8 метра и длина 14 метров. Барабан установлен с наклоном 3 градуса. Он опирается бандажами на две пары опорных роликов. В средней части барабана находится зубчатый венец (шестерня); он входит в зацепление с ведущей шестерней, которая получает вращение от электродвигателя через редуктор и передает это вращение ведомой шестерне, вызывая вращение барабана.

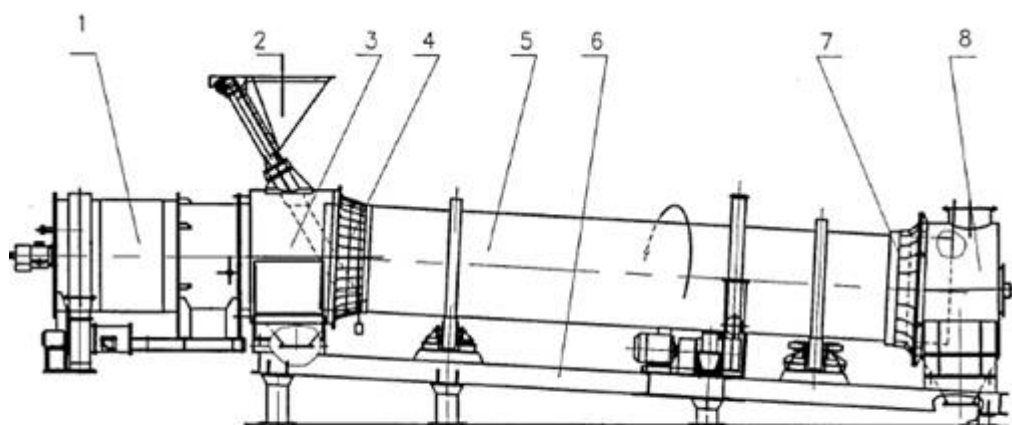


Рисунок 2.1. Агрегат сушильный

1 — теплогенератор; 2 — питатель; 3 — камера загрузочная; 4 — уплотнение «горячего» конца барабана; 5 — барабан сушильный; 6 — рама агрегата; 7 — уплотнение «холодного» конца барабана.

Привод агрегата осуществляется при помощи электродвигателя (66/735 кВт/об/мин.) и редуктором РМ 1000–31,5. Для регулирования оборотов вращения применяется частотный преобразователь Danfoss VLT 6000 series мощностью 75 кВт.

Производительность данного сушильного агрегата составляет 10 м³/час. Скорость вращения 2.1–2.5 об/мин. Температура теплоносителя на входе 350–400⁰С на выходе 200⁰С. Разрежение 20–60 Па на входе и 350–400 Па на выходе.

Сырцовые гранулы поступают в барабан с влажностью 18–21%, после прохождения процесса сушки(≈ 20 мин.) влажность снижается до 10–14%.

Вращающиеся сушильные барабаны применяют для сушки сырьевых материалов независимо от начальной влажности и вязкости последних. Это является преимуществом сушильного барабана, так как возможность сушки вязких материалов при высокой влажности затрудняется или исключается полностью в аппаратах других конструкций.

Материал в виде раздробленных зерен размером до 10–15 мм из бункера подготовки сырца равномерно подается по трубе в барабан со стороны поднятого конца. В результате наклона барабана и его вращения материал непрерывно перемещается к опущенному концу. Горячие дымовые газы, образующиеся в топке при сгорании топлива, вентилятором дымососа просасываются через барабан и, омывая влажные куски материала, высушивают их. Высушенный продукт выходит с противоположного загрузке конца барабана, поступает в транспортирующий механизм и отправляется на дальнейшую переработку.

Дымовые газы, проходя через барабан и соприкасаясь с движущимся материалом, насыщаются пылью. Перед удалением отработанных газов в атмосферу их очищают от пыли вначале в циклонах, а затем в фильтрах. В качестве теплоносителя можно использовать дымовые газы, отходящие из печей обжига керамзита. Их температура находится примерно в тех же пределах, что и температура газа, специально получаемого в топке барабана. Утилизация (использование отходов) теплоты печных газов значительно улучшает технико-экономические показатели керамзитового производства, снижая общий расход топлива на технологические цели.

Недостатком сушильных барабанов является большая затрата теплоты на испарение влаги из материала, когда влажность последнего оказывается меньше определенного предела (10–12%). Удельное паронапряжение зависит от конструктивных особенностей барабана, физических свойств материалов, крупности поступающих на сушку кусков, степени заполнения барабана, скорости перемещения материала в барабане, а также от температуры,

влажностисодержания и скорости движения теплоносителя, поступающего в барабан.

Выше было указано, что уменьшение размера кусков материала, повышение температуры теплоносителя, снижение его влажностисодержания и повышение скорости движения газа в барабане ускоряет процесс сушки и должно, следовательно, способствовать увеличению производительности барабана. Однако температура теплоносителя не должна быть выше 800-1000°C, иначе барабан может выйти из строя.

Увеличение скорости движения теплоносителя выгодно только до определенного предела. Если эта скорость будет выше оптимальной, газы не успеют отдать материалу полностью свою теплоту и выйдут из барабана с высокой температурой. В результате большое количество теплоты газов окажется не использованным, и сушильная установка будет иметь низкий КПД. Расход топлива при этом возрастет.

Сушильный барабан считают работающим нормально, если температура отходящих из него газов не превышает 80–120°C.

При выборе скорости движения газов руководствуются массовым значением скорости в сечении барабана, которое показывает количество газов в килограммах, проходящих в течение 1 сек через 1 м² сечения барабана. С уменьшением массовой скорости возрастает влажностисодержание газов и соответственно снижается расход топлива на сушку. Однако интенсивность сушки при высоком влажностисодержании газов снижается.

От скорости движения материала зависит время пребывания его в барабане. Чем оно больше, тем лучше высушивается материал. Однако, производительность барабана при этом снижается и, наоборот, увеличение скорости движения материала повышает производительность барабана, но может оказаться высокой и недопустимой остаточная влажность материала.

Скорость движения материала устанавливается в совокупности с температурой и скоростью движения газов. Регулируют эту скорость изменением угла наклона или числа оборотов барабана. Соотношение между углом наклона и скоростью вращения барабана выбирают из условия

требуемой длительности сушки и наиболее выгодного заполнения материалом объема барабана

Коэффициент заполнения объема барабана зависит от конструкции последнего и находится в пределах 0,05–0,20. С увеличением коэффициента заполнения возрастает удельное паронапряжение и соответственно повышается производительность, но при условии беспрепятственного прохода газов и без снижения их скорости.

Влияние на производительность барабана физических свойств материалов определяется способностью последних высушиваться. Эта способность оценивается величиной удельного паронапряжения барабана и находится в пределах: при сушке глины 20–30 кг влаги, удаляемой из материала в течение 1 ч с 1 м³ объема барабана (кг/м³·ч).

Хорошие результаты дает одновременное применение двух систем по длине барабана. Так, при сушке пластичных налипающих материалов в начале барабана применяют подъемно-лопастную систему, а за ней – распределительную или промежуточную.

Для лучшего питания барабана в самом начале его устанавливают на внутренней поверхности направляющие лопасти. Особенно полезными они оказываются при сушке налипающих материалов. Материал лопастями проталкивается вглубь барабана, подсушивается при этом раскаленными газами, поступающими из топки, и уже в нелипком состоянии поступает в соответствующую систему внутреннего устройства барабана. Для подсушки налипающих материалов применяют также навеску цепей внутри барабана подобно цепным завесам вращающихся печей.

После сушильного барабана гранулы подаются в вертикальный элеватор. Ковши элеватора подают гранулы на наклонную сварную решетку, где происходит отсеивание мелкой фракции. Мелкая фракция подается в специальный бункер отсева и используется в дальнейшем как разувлажнитель сырья. Основная масса гранул попадает в бункер запаса. Бункера снабжены системой пароотвода.

Из бункеров запаса полуфабрикат подается с помощью ленточного питателя в печь обжига.

2.3. Обжиг керамзита

Обжиг в производстве керамзита – главная и наиболее ответственная операция. Важнейшими производственными факторами вспучивания являются скорость нагревания, температура и газовый режим в различные периоды обжига. Их регулирование в значительной мере обусловливается конструктивными особенностями вращающихся печей, применяемых для обжига керамзитового гравия.

Сырьевой материал, поступивший в печь через трубу загрузочной головки, продвигается к разгрузочному концу печи за счет ее уклона и вращения. Во время движения материал подвергается воздействию горячих газов, движущихся от горелки навстречу материалу. По мере продвижения материала в зоне горячих газов происходят физико-химические процессы образования керамзита.

На рис.2.2 приведена схема вращающейся печи, в которой осуществляется обжиг керамзита. Эта печь имеет цилиндрический рабочую камеру – барабан 3, выполненный из огнеупорного кирпича и заключенный в стальной корпус, на котором установлены бандаж 4 и венцовая шестерня 5.

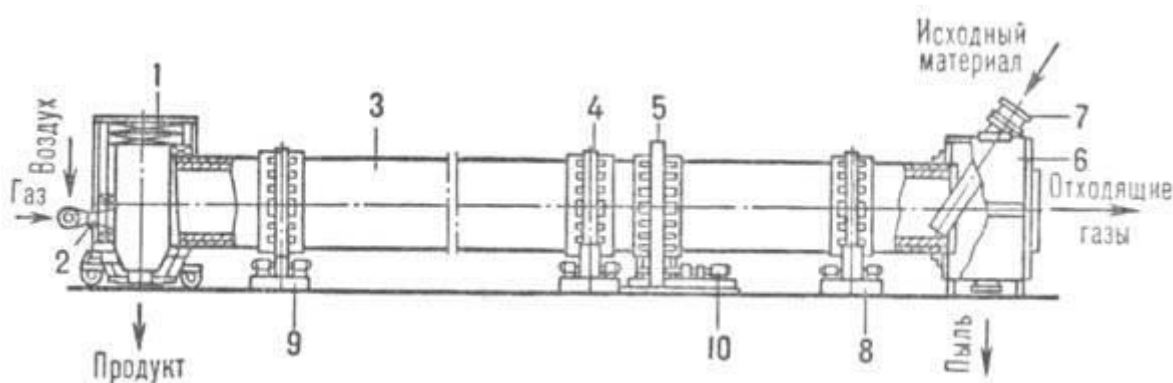


Рисунок 2.2. Схема вращающейся барабанной печи.

Бандажи печи устанавливаются на упорные и опорные ролики, которые смонтированы на металлических рамах и находятся на бетонном фундаменте (опорно-упорная станция 9). Загрузка исходного материала производится по

наклонной течке 7, расположенной в пылесадительной камере 6, а разгрузка осуществляется через откатную головку 1, в которой установлена горелка 2 для сжигания топлива. Перемещение исходного материала вдоль продольной оси печи осуществляется благодаря вращению корпуса, установленного под углом 3,5 градуса к горизонту. Во вращение печь приводится специальным механизмом привода 10. В месте соединения корпуса печи с пыльной камерой и откатной головкой установлены уплотняющие устройства.

2.4. Характеристика оборудования печи обжига

Корпус печи изготовлен из листовой стали толщиной 22 мм. Изнутри выполнена футеровка из клинового шамотного кирпича (ШЦУ-4 и ШЦУ-5). Длина печи составляет 40 метров, а диаметр 2,5 метра. Привод печи осуществлен при помощи электродвигателя (35кВт/900 об/мин.) и редуктора РМ 1200. Печь имеет наклон 3,5 градуса. Скорость вращения 2,3 об/мин. Производительность печи 9 м³/час при загрузке полуфабриката 6,5 м³/час. Время прохождения материала через печь составляет 40 минут.

Для получения теплоты на процесс обжига и предварительной подготовки сырца используется горелка со следующими характеристиками:

Марка: CIB UNIGAS TP 1030

Используемое топливо: природный газ.

Производительность проектная 270 – 1376 м³/час

Производительность рабочая 800 – 1000 м³/час

Давление газа в системе топливоподачи 0 – 450 мбар

Расход дутьевого воздуха 6000 – 7000 м³/час

Давление воздуха перед горелкой 300 – 400 мм вод .ст.

Полуфабрикат через трубу попадает в печь, при этом его массовый расход зависит от качества полуфабриката, применяемого сырья и добавок.

Весь процесс обжига можно разделить на три основные стадии: сушка гранул (до 200⁰С), нагрев материала до температуры вспучивания (1100–1150⁰С), выдержка при этой температуре и охлаждение (до 800 – 900⁰С).

Зона подогрева.

При нагреве сырцовых гранул от 200⁰С до температуры вспучивания в материале происходят процессы:

- дегидратация глинистых минералов, сопровождающаяся выделением паров воды;
- разложение карбонатов и сульфатов, сопровождающиеся выделением углекислого и сернистого газов и паров воды;
- размягчением материала, сопровождающееся переходом части в жидкое состояние.

Зона вспучивания.

Из зоны подогрева гранулы поступают в зону вспучивания, где под влиянием высоких температур материал размягчается и вспучивается за счет давления изнутри газообразных продуктов окислительно-восстановительных реакций, незавершенных в предшествующий период нагрева, реакций разложения, взаимодействия отдельных компонентов породы.

Длина зоны вспучивания 8–10 м. При поступлении материала в зону вспучивания необходимо следить, чтобы отдельные его части не слипались и не образовывали больших «приваров» к футеровке. Величина подъема материала по футеровке регулируется расходом топлива. При обжиге факел должен быть слабо светящимся, не должен касаться материала и футеровки, т.к. это приведет к спеканию материала в виде «приваров» и «козлов».

Зона охлаждения.

На этом участке печи длиной 5 – 8 м температура составляет 600–800⁰С. Охлаждение является заключительной стадией тепловой обработки, в процессе которой заканчивается формирование структуры керамзитового гравия. Перед началом охлаждения размягченная масса гранул керамзита состоит из жидкой фазы переменного состава и твердой фазы. По мере охлаждения происходят частичная кристаллизация расплава и превращение кристаллических фаз в формы, более устойчивые при низких температурах.

Признаки нормального режима обжига: расположение черной зоны на участке, удаленном на 1/3 длины обжигательного канала печи; вялое перекатывание материала с начальными признаками слипания гранул и вместе

с тем рассыпанием их в момент падения; подъем материала на определенную высоту; округление всех или части гранул керамзита из полуфабриката произвольной формы; значительное увеличение размеров гранул и объема заполнения печи. После обжига керамзит охлаждают.

При выходе из вращающейся печи керамзит имеет температуру 950-1050⁰С. Для проведения дальнейших технологических операций его необходимо охладить до 50-70⁰С. Режим охлаждения керамзита существенно влияет на его строительные качества: прочность, устойчивость во времени и водопоглощение.

Для охлаждения керамзита на нашем предприятии используется слоевой холодильник марки СМ-1250 (разработка Самарского НИИ Керамзит).

Холодильник представляет собой металлическую конструкцию, состоящую из приемного бункера, корпуса, наклонных колосниковых решеток, барабанного разгрузителя, пластин, ограничивающих и разделяющих слой материала, воздухопроводов холодного и горячего воздуха, воздухопроводов противосварового дутья, люков для осмотров и ремонта, бункеров просыпи.

Принцип действия холодильника основан на охлаждении керамзита в плоском наклонном движущемся слое при двухкратном перекрестном продувании слоя наружным воздухом.

В приемный бункер холодильника керамзит поступает из печи, вращающейся через решетку, которая задерживает свары, кирпичи и крупные посторонние предметы.

Необходимым условием эффективной работы слоевого холодильника является наличие на наклонных колосниковых решетках слоя керамзита и непрерывное его движение. Для поддержания постоянного уровня керамзита холодильник оборудован системой автоматического регулирования. С целью предотвращения спекания керамзита в нижнюю часть приемного бункера через перфорированные трубы подается воздух.

Из приемного бункера керамзит поступает на наклонные колосниковые решетки, предназначенные для формирования движущегося слоя и его

охлаждения. На нижних решетках имеются пластинчатые перегородки, разделяющие слой керамзита на три потока.

В холодильнике предусмотрена система аварийного охлаждения керамзита водой, для чего над нижними колосниковыми решетками установлены перфорированные трубки, каждая из которых охлаждает керамзит в соответствующей ей секции.

Охлажденный керамзит попадает в барабанный разгрузатель, предназначенный для выгрузки охлажденного керамзита и регулирования производительности холодильника в зависимости от изменения производительности печи. Толщина слоя керамзита регулируется перемещением заслонки автоматически, дистанционно или вручную.

Равномерность охлаждения керамзита в секциях по ширине решеток обеспечивается с помощью регулирующих планок.

Воздух от вентилятора, проходя через нижние и верхние решетки, охлаждает движущийся по ним слой керамзита, нагревается и подается в печь на горение топлива.

Из слоевого холодильника керамзит с помощью ленточного конвейера и ковшового элеватора подается на сортировку для разделения по фракциям.

Хранится готовая продукция в бункерах силосного типа, откуда происходит отгрузка потребителям.

3. АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПЕЧИ ОБЖИГА КЕРАМЗИТОВОГО ГРАВИЯ

3.1. Расчет процесса горения топлива

Для поддержания устойчивого горения факела горелки используется вентилятор дутьевой с производительностью 7000 м³/час воздуха.

Удаление дымовых газов из печи происходит через дымоходы, которые подключены к дымовой кирпичной трубе при помощи двух одновременно работающих дымососов типа ДН-15 с электродвигателями мощностью 160 кВт. Дымососы теплоизолированы.

В качестве основного топлива используется природный газ. Газоснабжение осуществляется по газопроводу высокого давления. Характеристика газа используемого на предприятии:

CH_4	C_2H_6	C_3H_8	C_4H_{10}	C_5H_{12}	N_2	O_2	CO_2
89,39%	3,78%	2,64%	0,55%	0,038%	2,17%	0,01%	0,49%

Низшая теплота сгорания $Q_n^p = 34750$ кДж/м³.

Удельный вес топлива 0,76 кг/нм³.

Теоретическое количество воздуха, необходимое для сжигания 1 нм³ газа:

$$V_0^B = 0,0467(2CH_4 + 3,5C_2H_6 + 5C_3H_8 + 6,5C_4H_{10} + 8C_5H_{12} - O_2) = 9,74 \text{ нм}^3.$$

Теоретическое количество продуктов сгорания образующихся при сжигании 1 нм³ газа:

$$V_0^A = V_{CO_2} + V_{H_2O} + V_{N_2} = 10,988.$$

Теоретическое количество сухих продуктов сгорания при сжигании 1 нм³ газа:

$$V_0^{cr} = V_{H_2O} + V_{N_2} = 9,910.$$

Теоретическое количество CO_2 образующегося 1 нм³ газа:

$$V_{CO_2} = 0,01(CH_4 + 2C_2H_6 + 3C_3H_8 + 4C_4H_{10} + 5C_5H_{12} + CO_2) = 1,078.$$

Объем кислорода необходимый для сгорания 1 м³ газа:

$$V_{O_2} = 0,01(2CH_4 + 3,5C_2H_6 + 5C_3H_8 + 6,5C_4H_{10}) = 2,088 \text{ м}^3/\text{м}^3.$$

Теоретическое количество водяных паров, образующихся при сжигании 1 нм³ газа:

$$V_{H_2O} = 0,01(2CH_4 + 3C_2H_6 + 4C_3H_8 + 5C_4H_{10} + 6C_5H_{12} + 0,0163V_o^B = 2,038 \text{ нм}^3/\text{нм}^3.$$

Теоретическое количество азота, образующегося при сжигании 1 нм³ газа:

$$V_{N_2} = 3,76V_{O_2} = 0,01N_2 = 7,872.$$

Объем уходящих газов:

$$V_{yx} = V_o^D + 1,0163(K_{изб} - 1)V_o^B = 58,372.$$

3.2. Тепловой баланс печи обжига керамзитового гравия

Тепловой баланс состоит из двух частей: прихода и расхода тепла.

В первую часть входит теплота, подводимая к печи с топливом, подогретым воздухом и теплота экзотермических реакций, проходящих в печи.

Во вторую часть входит теплота, расходуемая на нагрев продукта и влаги, испарение влаги, теплота, затраченная на экзотермические реакции, потери теплоты в окружающую среду (через кладку, отверстия и т.д.), потери теплоты с уходящими газами и потери теплоты от химической неполноты сгорания топлива.

$$Q_{\text{приход}} = Q_{\text{вл}} + Q_{\text{нвл}} + Q_{\text{пр}} + Q_{\text{э}}, \quad (3.1)$$

где $Q_{\text{приход}}$ – теплота, подводимая к печи с топливом, подогретым воздухом и теплота экзотермических реакций, проходящих в печи.

$Q_{\text{вл}}$ – теплота, затраченная на испарение влаги (кДж/ч),

$Q_{\text{нвл}}$ – теплота, затраченная на нагрев влаги (кДж /ч),

$Q_{\text{пр}}$ – теплота, затраченная на нагрев продукта (кДж /ч),

$Q_{\text{э}}$ – теплота, затраченная на эндотермические реакции, (кДж /ч).

$$Q_{\text{вл}} = G_1 \cdot \Delta W \cdot (595 + 0,45 \cdot (t_{\text{уг}} - t_{\text{до}})), \text{ кДж /ч}, \quad (3.2)$$

G_1 – производительность по сырому продукту (после сушки), $\frac{\text{кг}}{\text{ч}}$,

ΔW – количество испаренной влаги, %,

$t_{yг}$ – температура уходящих газов в начале сушильного барабана, °С,

$t_{до}$ – температура сырого материала °С.

$$Q_{нвл} = 0,47 \cdot t_{yг} \cdot G_1 \cdot \Delta W, \text{ кДж /ч}, \quad (3.3)$$

$$Q_{пр} = G_1 \cdot \frac{(100-W_1)}{100} \cdot C_{пр} \cdot \frac{(100-W_2)}{100} \cdot (t_{пр} - t_{до}), \text{ кДж /ч}, \quad (3.4)$$

$$Q_э = \frac{G_1 \cdot 0,9 \cdot 500 \cdot Al_2O_3}{100}, \text{ кДж /ч}. \quad (3.5)$$

$$\sum Q_{п} = Q_x + Q_{ф} + Q_v, \text{ кДж /ч}, \quad (3.6)$$

где Q_x – химическая теплота топлива, кДж /ч, определяемая в виде

$$Q_x = Q_p^H \cdot B_{ф}, \text{ кДж /ч}. \quad (3.7)$$

Здесь Q_p^H – низшая теплотворная способность топлива, кДж /м³,

$B_{ф}$ –

фактический расход газа приведенный к нормальным условиям, нм³/час.

$Q_{ф}$ – физическая теплота топлива, кДж /ч, определяется в виде

$$Q_{ф} = B_{ф} \cdot C_m \cdot t_m, \text{ кДж /ч}, \quad (3.8)$$

C_T – объемная теплоемкость газообразного топлива, кДж/(нм³· °С),

t_m – температура топлива, °С.

Q_v – физическая теплота воздуха, кДж /ч, определяется в виде

$$Q_v = B_{ф} \cdot V_v \cdot C_v \cdot t_{окр}, \text{ кДж /ч}, \quad (3.9)$$

где V_v – действительный расход воздуха на единицу топлива нм³/нм³;

$t_{окр}$ – температура окружающего воздуха °С;

Потери теплоты с уходящими газами оценивались по формуле

$$Q_{yx} = V_{yx} \cdot C_{yx} \cdot (t_{yx} - t_{xb}) \cdot B_{ф}, \text{ кДж /ч} \quad (3.10)$$

где V_{yx} – объем уходящих газов, нм³/нм³,

C_{yx} – объемная теплоемкость уходящих газов, кДж / (нм³· °С),

t_{xb} – температура холодного воздуха, °С.

Потери теплоты от химической неполноты сгорания оценивались по формуле

$$Q_x = (30,2 \cdot CO \cdot 11,9)/((CO_2 + CO) \cdot 960). \quad (3.11)$$

Потери теплоты в окружающую среду, оценивались по формуле

$$Q_{\text{окр.ср.}} = K_{\text{ср}} \cdot F_{\text{ксробщ}} \cdot (t_{\text{ср.ст}} - t_{\text{хв}}), \quad (3.12)$$

где $K_{\text{ср}}$ – коэффициент теплоотдачи от наружной поверхности печи в окружающую среду, кДж /кг,

$t_{\text{ср.ст}}$ – температура наружной поверхности печи, °С;

$F_{\text{ксробщ}}$ – площадь наружной поверхности печи, м²;

Потери теплоты с выходом гравия, оценивались по формуле

$$Q_{\text{г.в.}} = G_{\text{п}} \cdot G_{\text{г}} \cdot T_{\text{ср}}, \quad (3.13)$$

где $G_{\text{п}}$ – массовый часовой расход печи, кг/ч;

$G_{\text{г}}$ – массовая теплоемкость гравия, кДж /кг°С;

$T_{\text{ср}}$ – средняя температура печи, °С.

Неучтенные потери теплоты оценивались по формуле

$$Q_{\text{н.п}} = Q_{\text{пр}} - Q_{\text{р}}, \quad (3.14)$$

где $Q_{\text{р}}$ – общее количество израсходованной теплоты, кДж /ч,

$Q_{\text{пр}}$ – общее количество подведенной теплоты, кДж /ч.

Расчет технико-экономических показателей.

Значение КПД печи определялось по формуле

$$\eta = Q_{\text{вл}} + Q_{\text{нвл}} + Q_{\text{пр}}/Q_{\text{приход}} \cdot 100. \quad (3.15)$$

Расход условного топлива

$$B_y = B_{\text{ф}} \cdot Q_{\text{н}}^{\text{р}}/7000, \text{ кг. у. т./ч.} \quad (3.16)$$

Удельный расход топлива на обжиг 1 м³ продукта

$$\epsilon_{\text{усл}} = B_y/G_2, \text{ кг. у. т./м}^3. \quad (3.17)$$

Для расчета теплового баланса использовались экспериментальные данные, которые представлены в табл. 3.1.

Таблица 3.1.

Название измеряемого параметра	Обозначение	Единица измерения	Результат измерений
Фактический расход газа приведенный к нормальным условиям	B_{ϕ}	Нм ³ /ч	895,0
Температура:			
сырого материала	$t_{до}$	°С	48,0
окружающего воздуха	$t_{окр}$	°С	22
температура продукта при обжиге	$t_{прод}$	°С	1050,0
уходящих газов в зоне обжига	$t_{обж}$	°С	1100
уходящих газов вначале сушильного барабана	$t_{уг}$	°С	260,0
уходящих газов в конце сушильного барабана	$t_{угб}$	°С	303,0
в зоне пылеосадителя	$t_{зу}$	°С	360,0
перед дымососом	$t_{д}$	°С	232,0
газа природного	$t_{г}$	°С	15,0
наружной поверхности барабана:	$t_{ср.ст.}$	°С	245,5
боковой стенки	$t_{бок}$	°С	250,0
передней стенки	$t_{пер}$	°С	110,0
задней стенки	$t_{зад}$	°С	100,0
Наружная поверхность барабана	$F_{кробц}$	м ²	324,0
Разрежение в зоне пылеосадителя		Па	10–20
Давление газа перед горелкой	$P_{г}$	кПа	10,55
Давление воздуха перед горелкой	$P_{в}$	кПа	3,24

По приведенным выше формулам рассчитывался тепловой баланс печи обжига керамзитового гравия действующего производства ООО «ЗКПД ТДСК».

Приход теплоты вычислялся следующим образом.

1. Химическая теплота топлива была найдена по формуле 3.7

$$Q_x = 34750 \cdot 895 = 31101,25 \text{ МДж /ч.}$$

2. Физическая теплота топлива по формуле 3.8

$$Q_{\phi} = 895 \cdot 0,33 \cdot 15 = 18,563 \text{ МДж /ч.}$$

3. Физическая теплота воздуха по формуле 3.9

$$Q_{\text{в}} = 895 \cdot 57,015 \cdot 1,3 \cdot 22 = 1459,4 \text{ МДж /ч.}$$

4. Сумма полученной теплоты по формуле 3.6

$$\sum Q_{\text{п}} = 31101,25 + 18,563 + 1459,4 = 32579,2 \text{ МДж /ч.}$$

Расход теплота оценивался следующим образом.

1. Теплота, используемая на испарение влаги.

Для расчета расхода теплоты необходимо знать G_1 — производительность по сырому продукту (после сушки), ΔW — количество испаренной влаги.

$$\Delta W = \frac{W_1 - W_2}{100 - W_2} = \frac{14 - 0}{100 - 14} = 0,16,$$

$$G_1 = 12 \text{ м}^3/\text{час.}$$

По формуле 3.2 находили $Q_{\text{вл}}$

$$Q_{\text{вл}} = 12 \cdot 0,16 \cdot (595 + 0,45 \cdot (260 - 48)) = 5,59 \text{ МДж/ч.}$$

2. Расход теплоты на нагрев влаги по формуле 3.3

$$Q_{\text{нвл}} = 0,47 \cdot 260 \cdot 12 \cdot 0,16 = 0,983 \text{ МДж /ч.}$$

3. Расход теплоты на эндотермические реакции по формуле 3.4

$$Q_{\text{э}} = \frac{12 \cdot 0,9 \cdot 500 \cdot 13,49}{100} = 3,052 \text{ кДж /ч.}$$

4. Потери теплоты с уходящими газами Q_2 по формуле 3.10

$$Q_2 = 58,372 \cdot 0,34 \cdot (260 - 22) \cdot 895 = 17713,22 \text{ МДж /ч.}$$

5. Потери теплоты в окружающую среду по формуле 3.12

$$Q_{\text{окр.ср.}} = 22 \cdot 324 \cdot (245,5 - 22) = 6675,122 \text{ МДж /ч.}$$

6. Потери теплоты от химической неполноты сгорания по формуле

3.11

$$Q_3 = \frac{30,2 \cdot 0 \cdot 11,9}{(1,9 + 0) \cdot 960} = 0 \text{ МДж /ч.}$$

7. Потери теплоты с выходом гравия из печи по формуле 3.13

$$Q_{\text{г.в.}} = 10,32 \cdot 0,2 \cdot 1000 = 8,648 \text{ МДж /ч.}$$

8. Суммарные затраты теплоты на обжиг керамзита

$$\sum Q_{\text{р}} = 5,59 + 0,983 + 3,052 + 6675,122 + 8,648 = 6693,4 \text{ МДж /ч.}$$

КПД печи:

$$\eta = \frac{\sum Q_p}{\sum Q_n} \cdot 100 = \frac{6693,4}{32579,2} \cdot 100 = 20,5 \, \%$$

Расход условного топлива

$$B_y = B_\phi \cdot \frac{Q_n^p}{7000} = 895 \cdot \frac{34750}{7000} = 4,443 \text{ т. у. т./ч.}$$

Удельный расход топлива на обжиг 1 м³ продукта

$$\varepsilon_{\text{усл}} = \frac{B_y}{G_2} = \frac{4443}{10,32} = 0,43 \text{ т. у. т./м}^3$$

Результаты расчета теплового баланса приведены в таблицах 3.2–3.3:

Таблица 3.2.

Приход теплоты			
	обозначение	единицы измерения	результат расчета
Химическая теплота топлива	Q_x	кДж /ч	3110125
Физическая теплота топлива	Q_ϕ	кДж /ч	18563
Физическая теплота воздуха	Q_v	кДж /ч	6114940
Сумма полученной теплоты	$\sum Q_n$	кДж /ч	$9,2 \cdot 10^6$

Таблица 3.3.

Расход теплоты			
	обозначение	единицы измерения	результат расчета
Теплота на испарение влаги	$Q_{\text{вл}}$	кДж /ч	614732,2
Теплота на нагрев влаги	$Q_{\text{нвл}}$	кДж /ч	983
Теплота на нагрев продукта	$Q_{\text{пр}}$	кДж /ч	1150913,2

3.2.1. Тепловой баланс печи обжига по зонам

Как уже говорилось выше, процесс обжига можно разделить на три основные зоны. Расчет тепловых балансов этих зон в массовом эквиваленте на килограмм продукта показал следующее.

1. Зона охлаждения

Приход теплоты

Приход теплоты с воздухом из холодильника

$$Q_{\epsilon}^x = G_1 c_{\epsilon} t_{\epsilon}^x = 10,32 \cdot 0,091 \cdot 1,4 \cdot 302 \cdot 4,19 = 16,637 \text{ МДж/кг.}$$

Коэффициент избытка воздуха, подаваемого из холодильника в барабан 1,4,

t_{ϵ}^x – температура воздуха на выходе из холодильника.

Приход теплоты с воздухом, подсасываемым через уплотнение, при $\alpha = 0,2$; $t_{\epsilon} = 22^{\circ}\text{C}$.

$$Q_{\epsilon}^{\text{уп}} = 10,32 \cdot 0,091 \cdot 0,2 \cdot 22 \cdot 4,19 = 0,118 \text{ МДж/кг.}$$

Приход теплоты с материалом из зоны вспучивания при $t_m = 1100^{\circ}\text{C}$

$$Q_m = G_m c_m t_m = 10,32 \cdot 0,09 \cdot 1100 \cdot 4,19 = 4,281 \text{ МДж/кг.}$$

Суммарный приход теплоты

$$\sum Q_n = 21,036 \text{ МДж/кг.}$$

Расход теплоты.

Потери теплоты с керамзитом, уходящим в холодильник

$$Q_k = G_k c_k t_k = 10,32 \cdot 0,09 \cdot 1000 \cdot 4,19 = 3,892 \text{ МДж/кг.}$$

Потери теплоты в окружающую среду

$$Q_{\text{окр.ср}} = \frac{(245-22) \cdot 64,8}{1 \cdot (11,56+0,2) \cdot (0,7+1) \cdot 9,7} = 0,745 \text{ МДж/кг.}$$

Потери теплоты с газами, уходящими из зоны охлаждения ($\alpha = 1,6$)

$$Q_{yx} = G_{yx} c t = 58,372 \cdot 0,34 \cdot 1000 = 8,316 \text{ МДж/кг.}$$

Суммарный расход теплоты

$$\sum Q_p = 12,283 \text{ МДж/кг.}$$

2. Зона вспучивания

Приход теплоты

Приход теплоты с газами из зоны охлаждения

$$Q_z^{ox} = G_z c_z t_z = 10,32 \cdot 0,09 \cdot 1,4 \cdot 1150 \cdot 4,19 = 6,266 \text{ МДж/кг},$$

Коэффициент избытка воздуха, подаваемого из холодильника в барабан всучивания – 1,4.

Приход теплоты в результате горения топлива – 3,24 МДж/кг.

Приход теплоты с материалом из зоны подогрева при $t_m = 200^\circ\text{C}$

$$Q_m = G_m c_m t_m = 10,32 \cdot 0,26 \cdot 200 \cdot 4,19 = 2,25 \text{ МДж/кг}.$$

Физическая теплота топлива

$$Q_m^{\phi} = 12,347 \text{ МДж/кг}.$$

Приход теплоты в результате образования соединений железа и алюмосиликатов

$$Q_k = 0,17 \text{ МДж/кг}.$$

Суммарный приход теплоты

$$\sum Q_{\Pi} = 24,277 \text{ МДж/кг}.$$

Расход теплоты.

Расход теплоты на образование жидкой фазы

$$Q_{ж_1} = 1,034 \cdot 0,26 \cdot 450 \cdot 4,19 = 0,508 \text{ МДж/кг}.$$

Расход теплоты на декарбонизацию CaCO_3 и MgCO_3 , содержащихся в глине

$$Q_{\partial_1} = \frac{1,12 \cdot 2 \cdot 396}{56} + \frac{195 \cdot 1,12 \cdot 2 \cdot 84,32}{100 \cdot 40,32} = 0,103 \text{ МДж/кг}.$$

Потери теплоты с керамзитом, уходящим в холодильник

$$Q_k = G_k c_k t_k = 10,32 \cdot 0,2 \cdot 1000 = 2,064 \text{ МДж/кг}.$$

Потери теплоты в окружающую среду

$$Q_{окр.ср} = \frac{(245-22) \cdot 81}{1 \cdot (22,52+0,2) \cdot (0,7+1) \cdot 15,9} = 0,099 \text{ МДж/кг}.$$

Расход теплоты на дегидратацию глинистых минералов сырья

$$Q_{\partial_2} = 1600 \cdot 0,086 \cdot 4,19 = 0,577 \text{ МДж/кг}.$$

Потери теплоты с газами, уходящими из зоны всучивания ($\alpha = 1,6$)

$$Q_{yx} = G_{yx} c t = 16,463 \cdot 1,6 \cdot 0,09 \cdot 800 \cdot 4,19 = 7,946 \text{ МДж/кг}.$$

Суммарный расход теплоты

$$\Sigma Q_p = 11,297 \text{ МДж/кг.}$$

3. Зона нагрева

Приход теплоты.

Приход теплоты с газами из зоны вспучивания $Q_n^c = 7,946 \text{ МДж/кг.}$

Приход теплоты с воздухом, подсасываемым через уплотнение

$$Q_e = 10,32 \cdot 0,091 \cdot 0,2 \cdot 22 \cdot 4,19 = 0,11 \text{ МДж/кг.}$$

Приход теплоты с материалами ($t_m = 40^\circ\text{C}$)

$$Q_m = G_m c_m t_m = 10,32 \cdot 0,26 \cdot 40 \cdot 4,19 = 0,448 \text{ МДж/кг.}$$

Суммарный приход теплоты

$$\Sigma Q_n = 8,504 \text{ МДж/кг.}$$

Расход теплоты.

Потери теплоты с материалом, уходящим в зону обжига

$$Q_p^m = 10,32 \cdot 0,09 \cdot 200 \cdot 4,19 = 0,778 \text{ МДж/кг.}$$

Потери теплоты в окружающую среду

$$Q_{окр.ср} = \frac{(245-22) \cdot 162}{1 \cdot (22,52+0,2) \cdot (0,7+1) \cdot 15,9} = 0,15 \text{ МДж/кг.}$$

Потери теплоты с уходящими газами

$$Q_{yx} = 16,463 \cdot 1,6 \cdot 0,09 \cdot 700 = 6,969 \text{ МДж/кг.}$$

Суммарный расход теплоты:

$$\Sigma Q_p = 7,897 \text{ МДж/кг.}$$

Из данных расчета теплового баланса видно, что для обжига 1 м^3 керамзита необходимое количество теплоты составляет $172,48 \text{ МДж.}$ В[1] представлены результаты расчета теплового баланса печи обжига керамзитового гравия, где КПД достигает 97% при снижении расхода газа, за счет снижения температуры уходящих газов. Так печь, оборудованная специальным порогом, потребляет $78,71 \text{ МДж}$ теплоты для производства 1 м^3 готовой продукции. Печь, оборудованная теплообменным устройством и порогом $56,52 \text{ МДж}$ теплоты на 1 м^3 продукции.

Сравнение основных показателей теплового баланса показывает большой перерасход топлива. По мнению соискателя, если оборудовать печь теплообменным устройством, устроить специальные пороги на тех же печах, то

это приведет к снижению расхода топлива, и повышению производительности. Основной источник экономии топлива — снижение потерь теплоты с уходящими газами, и в окружающую среду.

Снижения этих потерь можно достичь путем более полного использования уходящих газов на сушку и предварительный нагрев материала, резкого снижения их температуры на выходе из печи, ликвидации подсосов третичного воздуха, уменьшения потерь теплоты в окружающую среду.

Самый существенный источник сокращения теплоты на обжиг керамзита — регенерация теплоты остывающего керамзита и использование его на подогрев воздуха и топлива, направляемых в печь. Снижение температуры уходящих газов до 150–200 °С вместо 600–700°С, сокращения теплотерь в окружающую среду позволят сократить расход топлива на 20 –35%.

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группы	ФИО
3-5Б4Б1	Янкину Павлу Сергеевичу

Институт	Электронного обучения	Кафедра	ТПТ
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	Теплоэнергетика и теплотехника

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:	
1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Оклад руководителя - 35400 руб.; Оклад студента - 10000 руб.; Стоимость электроэнергии – 2,39руб./кВт ч; Стоимость бумаги А4 – 190 руб.; Стоимость картриджа – 1000 руб. Стоимость ручки – 20 руб.; Стоимость тетради – 100 руб.; Стоимость пакета услуг интернет – 500 руб.; Стоимость технической литературы – 400 руб.; Стоимость USB-флеш-накопителя – 500 руб.
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	Норма амортизации – 20%
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	Ставка по отчислениям во внебюджетные фонды – 30% от ФОТ
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	Планирование НИР
2. Планирование и формирование бюджета научных исследований	Смета затрат на проектирование
3. Определение ресурсной(ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	Расчет экономической эффективности проекта
Перечень графического материала(с точным указанием обязательных чертежей):	
1. Оценка конкурентоспособности технических решений 2. Матрица SWOT 3. Альтернативы проведения НИ 4. График проведения и бюджет НИ 5. Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НИ	

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН ШБИП	Завьялова З.С.	к.ф.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-5Б4Б1	Янкин П.С.		

4. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ.

4.1. Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения

4.1.1. Потенциальные потребители результатов исследования

В данной выпускной квалификационной работе анализируется эффективность процесса обжига керамзита.

Таким образом, основными потребителями результатов исследования являются строительные организации, предприятия по производству строительных материалов и изделий.

Проведем сегментацию рынка производства керамзита (табл.4.1).

Таблица 4.1– Карта сегментирования рынка производства керамзита

Предназначение методики анализа	Фракции керамзита			
	0–5	5–10	10–20	20–40
Теплоизоляция	—	1,2	1,2,3	2,3
Производство легких бетонов	1,2	1,2	1	1
Дренаж в земляных насыпях дорог	2,3	2,3	1,2	1,2
Гидропоника	2	3	2,3	2,3

где, 1 – крупные организации, 2 – малые предприятия, торговые фирмы; 3 – население.

Как видно из табл. 4.1, малые предприятия наиболее заинтересованы в повышении эффективности теплоэнергетических процессов при производстве керамзита.

Целью работы «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» является расчет затрат на разработку проекта по повышению эффективности теплоэнергетических процессов при производстве керамзита на предприятии ООО «ЗКПД ТДСК».

Для достижения указанной цели необходимо решить следующие задачи:

- 1.Планирование разработки проекта;
- 2.Расчет затрат на проектирование;
- 3.Расчет экономического эффекта от повышения эффективности.

4.1.2. Ресурсоэффективность и ресурсосбережение: анализ конкурентных технических решений

Анализ конкурентных технических решений проводится следующими методами и технологиями: QuaD, оценка конкурентных инженерных решений, SWOT-анализ, ФСА-анализ, метод Кано, морфологический анализ. Для анализа используется оценочная карта, приведённая в табл. 4.2.

Таблица 4.2 – Оценочная карта

Критерии	Вес критерия	Баллы				Конкурентоспособность			
		Бф	Бк1	Бк2	Бк3	Кф	Кк1	Кк2	Кк3
Технические критерии оценки ресурсоэффективности									
Простота	0,05	5	2	4	1	0,3	0,2	0,1	0,05
Потребность в ресурсах памяти	0,05	4	3	3	4	0,5	0,4	0,7	0,9
Надёжность	0,1	5	4	3	5	0,25	0,15	0,1	0,15
Точность	0,1	0,3	2	4	4	0,8	1,3	1	1
Чёткость анализа	0,2	0,4	2	5	3	0,7	0,5	0,6	0,8
Малая трудоёмкость	0,2	2	3	3	5	0,6	0,5	0,6	1
Экономические критерии оценки эффективности									
Стоимость	0,1	5	2	4	1	0,75	0,5	0,4	0,1
Конкурентоспособность	0,2	5	3	4	4	0,5	0,4	0,3	0,5
Итого	1	26,7	21	30	27	4,4	3,95	3,8	4,5

где, Бф – экспертный метод;

Бк1 – статистический метод;

Бк2 – аналитический метод;

Бк3 – комбинированный метод.

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:

$$K = \sum B_i \cdot B_i , \quad (4.1)$$

где, К – конкурентоспособность научной разработки;

B_i – вес показателя, в долях единицы;

B_i – балл i -го показателя.

SWOT-анализ является инструментом стратегического менеджмента. Представляет собой комплексное исследование технологического проекта. SWOT-анализ применяют для исследования внешней и внутренней среды

проекта.

Применительно к исследуемому объекту, SWOT-анализ позволит оценить сильные и слабые стороны проекта, а также предполагаемые возможности и угрозы.

Для проведения SWOT-анализа составляется матрица SWOT. При организации матрицы SWOT удобно использовать следующие обозначения:

С - сильные стороны проекта,

Сл - слабые стороны проекта;

В – возможности;

У - угрозы.

Матрица SWOT приведена в табл. 4.3.

Таблица 4.3 – матрица SWOT

	Сильные стороны проекта: С1. Высокая экономичность и энергоэффективность технологии. С2. Экологичность технологии. С3. Квалифицированный персонал. С4. Повышение безопасности производства С5. Уменьшение затрат на проведение процесса	Слабые стороны проекта: Сл1. Отсутствие у потенциальных потребителей, квалифицированных кадров по работе с оборудованием Сл2. Отсутствие инжиниринговой компании, способной построить производство под ключ Сл3. Отсутствие необходимого оборудования для проведения испытания опытного образца
Возможности: В1. Использование инновационной инфраструктуры ТПУ В2. Появление дополнительного спроса на новый продукт В3. Снижение затрат на производство продукции	B1C1C2C3C4; B2C1; B3C5;	B2Сл1Сл2Сл3; B3Сл3;

В4. Повышение стоимости конкурентных систем В5. Увеличение производительности технологической линии	В4С1С2; В5С1С2С3С4.	В4Сл3; В5Сл3.
Угрозы: У1. Отсутствие спроса на технологии производства У2. Введение дополнительных государственных требований к стандартизации и сертификации продукции У3. Отсутствие финансового обеспечения со стороны государства	У1С3; У2С5; У3С1С2С5.	У1Сл1Сл2Сл3; У2Сл2Сл3; У3Сл3.

На основании матрицы SWOT строятся интерактивные матрицы возможностей и угроз, позволяющие оценить эффективность проекта, а также надёжность его реализации.

При построении интерактивных матриц используются следующие обозначения:

С - сильные стороны проекта;

Сл - слабые стороны проекта;

В – возможности;

У - угрозы, «+» - сильное соответствие, «-» - слабое соответствие.

Интерактивные матрицы представлены в табл. 4.4 и 4.5.

Таблица 4.4 – Интерактивная матрица по выявлению сильных и слабых сторон и возможностей

Возможности проекта	Сильные стороны					
		С1	С2	С3	С4	С5
	В1	+	+	+	+	0
	В2	+	-	-	-	0
	В3	-	-	-	-	+
	В4	+	+	0	0	0
	В5	+	+	+	+	-
	Слабые стороны проекта					
		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4	Сл5
	В1	0	-	-	-	0
	В2	+	+	+	-	-
	В3	-	-	+	-	-
	В4	0	0	+	-	-

	B5	0	0	+	-	-
--	----	---	---	---	---	---

Анализ интерактивной таблицы показал коррелирующие сильные стороны и возможности: B1C1C2C3C4, B2C1, B3C5, B4C1C2, B5C1C2C3C4. Корреляция слабых сторон и возможностей следующие: B2C1C2C3, B3C3, B4C3, B5C4.

Следующий шаг при анализе проекта – выявление корреляции сильных и слабых сторон угроз.

Таблица 4.5 – Интерактивная матрица по выявлению сильных и слабых сторон и угроз

Угрозы	Сильные стороны					
		C1	C2	C3	C4	C5
	У1	-	-	+	0	0
	У2	-	-	-	-	+
	У3	+	+	-	-	+
	Слабые стороны проекта					
		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4	Сл5
	У1	+	+	+	-	-
	У2	0	0	0	-	+
	У3	0	0	+	-	+

Возможна следующая корреляция сильных сторон угроз: У1С3, У3С1С1С5. Корреляция слабых сторон угроз: У1С1С2С3, У2С5, У3С3.

4.2. Инициация проекта

В рамках процессов инициации определяются изначальные цели и содержание, и фиксируются изначальные финансовые ресурсы. Определяются внутренние и внешние заинтересованные стороны проекта, которые будут взаимодействовать и влиять на общий результат научного проекта.

4.2.1. Цели и результаты проекта

Представлена информация о заинтересованных сторонах проекта, иерархии целей проекта и критериях достижения целей. Информацию по заинтересованным сторонам проекта представлена в табл. 4.6.

Таблица 4.6 – Заинтересованные стороны

Заинтересованные стороны	Ожидания заинтересованных сторон
--------------------------	----------------------------------

Предприятия и организации, чья деятельность связана с использованием керамзита в строительстве.	Повышение эффективности проведения процессов
---	--

4.2.2. Организационная структура проекта

Организационная структура проекта представлена в табл. 4.7.

Таблица 4.7 – Рабочая группа проекта

№п/п	Ф.И.О., основное место работы, должность	Роль в проекте	Функции	Трудозатраты, час.
1.	Янкин П. С., ТПУ, студент	Исполнитель проекта	Работа над реализацией проекта	750
2.	Голдаев С.В., ТПУ, профессор	Руководитель проекта	Координация деятельности и оказание помощи в реализации диплома	100
Итого:				850

4.2.3. Ограничения проекта

Факторы, ограничения и допущения представлены в табл. 4.8.

Таблица 4.8 – Факторы ограничения проекта

№п/п	Фактор	Ограничения/допущения
1.	Бюджет проекта	Отсутствует
2.	Источник финансирования	Не нуждается в финансировании
3.	Сроки проекта	01.04.2019г. – 01.06.2019г.
4.	Дата утверждения плана управления проектом	25.03.2019г.
5.	Прочие ограничения и допущения	Ограничения по времени работы участников проекта

4.3. Планирование научно-исследовательских работ

4.3.1. Структура работ в рамках научного проекта

Перечень основных этапов и работ, распределение обязанностей исполнителей представлена в табл. 4.9.

Таблица 4.9 – Перечень основных этапов и работ, распределение исполнителей

№п/п	Основные этапы	№ раб.	Содержание работ	Должность исполнителя
1.	Разработка технического задания	1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель
		2	Выдача задания на тему	Руководитель
2.	Выбор направления исследований	3	Постановка задач	Руководитель
		4	Определение стадий, этапов и сроков разработки	Студент, Руководитель
		5	Подбор литературы	Руководитель
		6	Сбор материалов и статистических данных	Руководитель
3.	Теоретические исследования	7	Проведение теоретических обоснований	Студент, Руководитель
		8	Анализ статистических данных	Студент
		9	Согласование полученных данных	Студент
4.	Обобщение и оценка результатов	10	Оценка эффективности полученных результатов	Студент
		11	Работа над выводом	Студент
5.	Оформление отчёта НИР	12	Составление пояснительной записки	Студент

4.3.2. Определение трудоемкости выполнения

Трудоёмкости выполнения научного исследования оценивается экспертным методом в человеко-днях и носит вероятностный характер, трудоёмкость зависит от множества трудно учитываемых факторов. Для определения, ожидаемого значения трудоёмкости $t_{ож.і}$ используется следующая формула:

$$t_{ож.і} = 3 \cdot t_{мині} + 2 \cdot t_{маxi} \quad (4.2)$$

где, $t_{ож.і}$ – ожидаемая трудоёмкость выполнения i -ой работы чел.-дн.;

$t_{мині}$ – минимально возможная трудоёмкость выполнения заданной i -ой работы (оптимистическая оценка: в предположении наиболее благоприятного стечения обстоятельств), чел. дн.;

$t_{маxi}$ – максимально возможная трудоёмкость выполнения заданной i -ой работы (пессимистическая оценка: в предположении наиболее неблагоприятного стечения обстоятельств), чел. дн.

Такое вычисление необходимо для обоснования расчёта заработной платы, так как удельный вес зарплаты в общей сметной стоимости научных исследований составляет около 65 %.

Исходя из ожидаемой трудоёмкости работ, определяется продолжительность одной работы в рабочих днях по формуле:

$$T_{pi} = \frac{t_{ож.і}}{Ч_i} \quad (4.3)$$

где T_{pi} – продолжительность одной работы, раб. дн.;

$t_{ож.і}$ – ожидаемая трудоёмкость выполнения одной работы, чел.-дн.;

$Ч_i$ – численность исполнителей, выполняющих одновременно одну и ту же работу на данном этапе, чел.

4.3.3. Определение трудоемкости выполнения

Для удобства построения графика, длительность каждого из этапов работ из рабочих дней следует перевести в календарные дни. Для этого необходимо воспользоваться следующей формулой:

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k_{кал} \quad (4.4)$$

где T_{ki} – продолжительность выполнения i -й работы в календарных днях;

T_{pi} – продолжительность выполнения i -й работы в рабочих днях;

$k_{кал}$ – коэффициент календарности.

Коэффициент календарности определяется по следующей формуле:

$$k_{кал} = \frac{T_{кал}}{T_{кал} - T_{вых} - T_{пр}} \quad (4.5)$$

где, $T_{кал}$ – кол-во календарных дней в году;

$T_{вых}$ – кол-во выходных дней в году;

$T_{пр}$ – кол-во праздничных дней в году.

$$k_{кал} = \frac{365}{365 - 118 - 3} = 1,495$$

Согласно производственному и налоговому календарю на 2019 год, количество календарных 365 дней, кол-во рабочих дней составляет 247 дней, кол-во выходных 118 дней, а кол-во предпраздничных дней – 3, таким образом:

$$k_{кал} = 1,495 \approx 1,5$$

Все рассчитанные значения вносим в табл. 4.10.

После заполнения табл. 4.10 строим календарный план–график табл. 4.10.

График строится для максимального по длительности исполнения работ, в рамках научно-исследовательского проекта с разбивкой по месяцам и декадам за период времени написании диплома (10 дней). При этом работы на графике выделим различной штриховкой в зависимости от исполнителей.

Таблица 4.10 – Временные показатели проведения научного исследования

№п/п	Название работы	Исполнители	Трудоёмкость			Длительность работ в рабочих днях	Длительность работ в календарных днях
			$t_{\min}$ чел-дни	$t_{\max}$ чел-дни	$t_{\text{ож}}$ чел-дни		
1.	Составление и утверждение технического задания	Руководитель	2	6	3,6	3,6	
2.	Выдача задания на тему	Руководитель	2	4	2,8	2,8	4,2
3.	Постановка задачи	Студент	2	4	2,8	2,8	4,2
4.	Определение стадий, этапов и сроков разработки	Руководитель/ Студент	3	7	4,6	2,3	3,45
5.	Подбор литературы	Студент	8	13	10	10	15
6.	Сбор материалов и анализ существующих разработок	Студент	15	20	17	17	25,5
7.	Проведение теоретических обоснований	Руководитель / Студент	6	9	7,2	3,6	5,4
8.	Анализ статистических данных	Студент	5	8	6,2	6,2	9,3
9.	Согласование полученных данных с руководителем	Студент	2	4	2,8	1,4	2,1
10.	Оценка эффективности полученных результатов	Студент	2	5	3,2	3,2	4,8
11.	Работа над выводом	Студент	2	4	2,8	2,8	4,2
12.	Составление пояснительной записки	Руководитель / Студент	3	7	4,6	2,3	3,45
13.	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Руководитель / Студент	4	7	5,2	2,6	3,9
14.	Социальная ответственность	Руководитель / Студент	4	7	5,2	2,6	3,9
Итого:		Руководитель	26	51	36	21,2	31,8
		Студент	56	88	71,6	56,8	85,2

Таблица 4.11 – Календарный план-график проведения НИОКР

№ Работ	Вид работ	Исполнители	T_{ki} , кал. дн.	Продолжительность выполнения работ								
				Март			Апрель			Май		
1.	Составление и утверждение технического задания	Руководитель	3									
2.	Выдача задания на тему	Руководитель	1									
3.	Постановка задачи	Студент	1									
4.	Определение стадий, этапов и сроков разработки	Руководитель / Студент	18									
5.	Выбор необходимых методик	Студент	16									
6.	Проведение расчётов	Студент	25									
7.	Обработка результатов	Студент	12									
8.	Подведение итогов	Студент	4									
9.	Заключение по проделанной работе	Студент	4									
- Студент;		- Руководитель										

4.4. Необходимое оборудование

Необходимым оборудованием является рабочее место с персональным компьютером, на котором выполняется разработка проекта.

4.4.1. Расчет затрат на потребляемую компьютером электроэнергию

Затраты на потребляемую электроэнергию рассчитываются по формуле:

$$C_{\text{эл}} = W_y \cdot T_g \cdot S_{\text{эл}} \quad (4.6)$$

где, W_y – установленная мощность, кВт (0,4 кВт);

T_g – время работы оборудования, час;

$S_{\text{эл}}$ – тариф на электроэнергию (2,39 руб./кВт ч согласно постановлению от 19 октября 2018 г. № 1246 О внесении изменений в некоторые акты Правительства Российской Федерации по вопросам государственного регулирования цен (тарифов)).

$$C_{\text{эл}} = 0,4 \cdot 1168 \cdot 2,39 = 1116,6 \text{ руб}$$

4.4.2. Расчет материальных затрат научно-технического исследования

Расчёт материальных затрат осуществляется по следующей формуле:

$$Z_m = (1 + k_\tau) \cdot \sum_{i=1}^m C_i \cdot N_{\text{рас}xi} \quad (4.7)$$

где, m – количество видов материальных ресурсов, используемых для научного исследования;

$N_{\text{рас}xi}$ – количество материальных ресурсов i -го вида, планируемых к использованию при научном исследовании (шт. кг, м, м²);

C_i – цена приобретения единицы i -го вида потребляемых материальных ресурсов (руб./шт., руб./кг, руб./м, руб./м² и т.д.);

k_τ – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы. Коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы (3 – 5 % от цены) не учитывался, так как объёмы затрат очень маленькие. В

табл. 4.12 приведены материальные затраты.

Таблица 4.12 – Материальные затраты

№п/п	Наименование	Единица измерения	Количество	Цена за ед., руб.	Затраты на материалы Z_m
1.	Бумага формат А4 "Студенческая"	Упаковка	1	190	190
2.	Картридж	Штук	1	1000	1000
3.	Ручка шариковая	Штук	2	20	40
4.	Тетрадь общая 96 листов	Штук	1	100	100
5.	Интернет	М/бит (пакет услуг)	1	500	500
6.	Литература	Штук	5	400	2000
7.	USB-флеш-накопитель	Штук	1	500	500
Итого:					4330

4.4.3. Полная заработная плата исполнителей проекта

В настоящую статью включается основная и дополнительная заработная плата всех исполнителей, непосредственно участвующих в выполнении работ по данной теме. Величина расходов по заработной плате определяется исходя из трудоёмкости выполняемых работ и действующей системы окладов и тарифных ставок.

Проведём расчёт заработной платы относительно того времени, в течение которого работал руководитель и студент. Оклад студента – 10000 руб., оклад руководителя (кандидат технических наук) ≈ 35400 руб.

$$C_{zn} = Z_{осн} + Z_{доп} \quad (4.8)$$

где, $Z_{осн}$ – основная заработная плата;

$Z_{доп}$ – дополнительная заработная плата (12-15% от $Z_{осн}$)

Расчёт полной заработной платы осуществляется следующим образом:

$$Z_{осн} = Z_{дн} + T_p \quad (4.9)$$

где $Z_{осн}$ - основная заработная плата одного работника;

T_p - продолжительность работ, выполняемых работником, раб. дн.;

$Z_{дн}$ - среднедневная заработная плата работника, руб.

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_{\text{ТС}} + Z_{\text{допл}} + Z_{\text{р.к.}}}{F_{\text{д}}} \quad (4.10)$$

где, $F_{\text{д}}$ - количество рабочих дней в месяце (26 при 6-дневной рабочей неделе, 22 при 5-дневной рабочей неделе), раб. дн.;

$Z_{\text{ТС}}$ - заработная плата по тарифной ставке, руб.;

$Z_{\text{допл}}$ - доплаты и надбавки, руб.;

$Z_{\text{р.к.}}$ - районная доплата, руб.;

При расчёте учитывалось, что в 2019 году при пятидневной рабочей неделе 247 дней. Соответственно в одном месяце 20,58 дней.

Расчёт основной заработной платы приведён в табл. 4.13

Таблица 4.13– Затраты на основную заработную плату

№п/п	Исполнитель	Оклад, руб.	Средняя заработная плата, руб./дн.	Трудоёмкость раб. дн.	Основная заработная плата, руб.
1.	Руководитель	35400	1720	21,2	36 464
2.	Студент	10000	456	56,8	25 900
Итого:					62 364

Дополнительная заработная плата принята 15 % от основной, расчёт дополнительной и полной заработной платы приведён в табл. 4.14.

Таблица 4.14 – Затраты на основную заработную плату

№п/п	Исполнитель	Основная заработная плата, руб.	Дополнительная заработная плата, руб.
1.	Руководитель	36 464	5 468,6
2.	Студент	25 900	3 885
Итого:			9353,6

4.4.4. Полная заработная плата исполнителей проекта

В данной статье расходов отражаются обязательные отчисления по установленным законодательством Российской Федерации нормам органам государственного социального страхования (ФСС), пенсионного фонда (ПФ) и медицинского страхования (ФФОМС) от затрат на оплату труда работников.

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы:

$$З_{внеб} = k_{внеб} \cdot (З_{осн} + З_{доп}) \quad (4.11)$$

где, $k_{внеб}$ – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд обязательного медицинского страхования и пр.).

Следует заметить, что для отчисления на социальные нужды по научно-исследовательской работе составляет 27,1 % ($k_{внеб} = 0,271$).

Рассчитаем величину отчислений во внебюджетные фонды студента:

$$З_{внеб} = 0,271 \cdot (25900 + 3885) = 8071,7 \text{ руб.}$$

Рассчитаем величину отчислений во внебюджетные фонды руководителя:

$$З_{внеб} = 0,271 \cdot (36464 + 5468,6) = 11363,7 \text{ руб.}$$

Общая сумма отчислений во внебюджетные фонды составляет 19 454,4 руб.

4.4.5. Накладные расходы

Накладные расходы учитывают прочие затраты организации, не включённые в предыдущие статьи расходов: печать и ксерокопирование материалов исследования, оплата услуг связи, электроэнергии, почтовые и телеграфные расходы, размножение материалов и т.д. Их величина определяется по следующей формуле:

$$З_{накл} = k_{нр} \cdot \sum \text{сумма статей} \quad (4.12)$$

где, $k_{нр}$ – коэффициент, учитывающий накладные расходы.

Величину коэффициента накладных расходов можно взять в размере 20%.

Накладные расходы взимаются с общей суммы проекта.

Предварительно рассчитанная общая сумма проекта представлена в табл.

4.15

Таблица 4.15 – Общая сумма затрат проекта

№п/п	Наименование статьи расходов	Сумма, руб.	Доля, %
1.	Основная заработная плата	62 364	53,79
2.	Дополнительная заработная плата	9353,6	8,07
3.	Страховые взносы	19454,4	16,78
4.	Затраты на электроэнергию	1116,6	0,96
5.	Затраты на материалы	4330	3,73
6.	Накладные расходы	19320,1	16,66
Итого:		115938,7	100

Исходя из представленной выше таблицы, можно сделать вывод, что общие затраты на реализацию технического проекта составят 115,9 тысяч рублей, из которых 53,8% составят затраты на основную заработную плату.

4.5. Определение ресурсоэффективности проекта

Определение ресурсоэффективности проекта можно оценить с помощью интегрального критерия ресурсоэффективности по формуле:

$$I_{pi} = \sum a_i \cdot b_i \quad (4.13)$$

где, I_{pi} - интегральный показатель ресурсоэффективности;

a_i - весовой коэффициент разработки;

b_i - бальная оценка разработки, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания.

Расчёт интегрального показателя ресурсоэффективности приведён в табл. 4.16.

Таблица 4.16 – Сравнительная оценка характеристик проекта

№п/п	Критерии	Весовой коэффициент	Бальная оценка разработки
1.	Способствует росту производительности труда пользователя	0,1	5
2.	Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0,2	5
3.	Помехоустойчивость	0,15	5
4.	Энергосбережение	0,2	5
5.	Надёжность	0,25	4
6.	Материалоёмкость	0,1	4
Итого:		1,0	4,6

Интегральный показатель ресурсоэффективности:

$$I_{pi} = 5 \cdot 0,1 + 5 \cdot 0,2 + 5 \cdot 0,15 + 5 \cdot 0,2 + 4 \cdot 0,25 + 4 \cdot 0,1 = 4,65$$

Показатель ресурсоэффективности проекта имеет достаточно высокое значение (по 5-бальной шкале), что говорит об эффективности использования технического проекта. Высокие баллы надёжности и помехоустойчивости позволяют судить о надёжности системы.

4.6. Заключение

В ходе данной работы была проведена оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведение научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения.

В результате выполнения поставленных задач по данному разделу, можно сделать следующие выводы:

- SWOT-анализ показывает сильные и слабые стороны проекта, проведена оценка надёжности и возможностей проекта. Установлено, что проведённое исследование имеет несколько важных преимуществ, обеспечивающих повышение производительности, безопасности и экономичности технологических процессов. Стоит отметить, что низкие вероятности угроз обеспечивают высокую надёжность для реализации проекта.
- при планировании научного исследования разработан график занятости для двух исполнителей.
- составление сметы научного исследования позволяет оценить первоначальный бюджет, затраты на реализацию научного исследования, а также дать рекомендации по оптимизации этих затрат.
- оценка ресурсоэффективности проекта, проведённая по интегральному критерию, даёт высокий результат (4,65 по 5-бальной шкале), что говорит об эффективности реализации научного исследования.

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группы	ФИО
3-5Б4Б1	Янкину Павлу Сергеевичу

Институт	Электронного обучения	Кафедра	ТПТ
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	Теплоэнергетика и теплотехника

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	Анализ эффективности обжига керамзита в барабанном агрегате в ООО «ЗКПД ТДСК»
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Общие положения	Анализ выявленных вредных факторов. Определение социальной ответственности, рассмотрение регламентов на охрану окружающей среды, техники безопасности и производственной санитарии
2. Пожарная безопасность	- правила действий при пожаре;
3. Способы пожаротушения	- основные способы тушения пожара;
4. Методы и средства защиты работающих от производственных опасностей	- применяемые методы и средства защиты рабочих;
5. Индивидуальные и коллективные средства защиты работающих, тушения возможных загораний	- перечень средств защиты;
6. Возможность накопления зарядов статического электричества, их опасность и способы нейтрализации	- электробезопасность;
7. Безопасный метод удаления продуктов производства из технологических систем и отдельных видов оборудования	- рекомендации по способам удаления продуктов производства

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент ООД ШБИП	Алексеев Н.А.	к.т.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-5Б4Б1	Янкин П.С.		

5. Социальная ответственность

ВВЕДЕНИЕ

В данной работе разработана технология получения мелкозернистого керамзита с высокими прочностными характеристиками с применением сырьевой базы Томской области, а также проведен анализ эффективности обжига керамзита для производства высокопрочных пористых заполнителей применимых для легких бетонов класса В25–В30. Разработаны научно-обоснованные составы и технологические приемы производства высокопрочного пористого заполнителя с маркой по прочности на сжатие П150–П200 и маркой по средней плотности М600–М800, а также разработаны принципиальные Технологические предложения по производству высокопрочного керамзитового гравия из местного сырья.

Технология производства керамзита включает в себя основные разделы:

Добыча сырья в карьере и его транспортирования в глинозапасник.

Переработку исходного сырья и получение сырцовых гранул из однородной керамической массы или зерен (крошки) установленных размеров. Термическую обработку сырцовых гранул или зерен, включающую сушку, обжиг и последующие охлаждение готового продукта.

Сортировку, а при необходимости частичное дробление или разделение готового продукта по плотности.

Складирование и отгрузку заполнителя.

4.1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.

Правила работы с веществами, применяемыми в производстве, средства защиты работающих.

При работе необходимо соблюдать следующие меры предосторожности:

1. Постоянно иметь при себе противогаз марки (БКФ) или самоспасатель марки (ПДУ-3), которыми пользоваться во всех случаях

загазованности и при работе, где возможны выделения вредных газов и жидкостей.

2. На рабочем месте находиться только в спецодежде: Костюм лавсановискозный, ботинки, резиновые перчатки, респиратор, защитные очки в соответствии с нормами.

3. При термическом ожоге пострадавший должен немедленно обратиться в медпункт, запрещается отдирать от кожи пригоревшие остатки одежды, обрезать обгоревшую кожу, прокалывать ожоговые волдыри и промывать водой пораженные участки кожи

Во избежание несчастных случаев необходимо соблюдение требований общецеховой инструкции по технике безопасности.

4.2. Производственная безопасность

Таблица 4.1. Основные элементы производственного процесса, формирующие опасные и вредные факторы по ГОСТ 12.0.003-74 «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация».

Наименование видов работ и параметров производственного процесса	Факторы (ГОСТ 12.0.003–74)		Нормативные документы
	Вредные	Опасные	
Управление технологическим процессом обжига керамзитового гравия, размещение, систем управления параметрами печи на пульте и щитах управления; Визуальное наблюдение работы обслуживающего привода печи с электродвигателем.	1.Повышенный уровень шума на рабочем месте. 2.Повышенный уровень вибрации. 3.Недостаточное освещение рабочей зоны. 3.Аспирация и тепловлажностный режим в помещении: повышенная температура воздуха рабочей зоны,	Фактор поражения электрическим током. Повышенное значение в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека. Фактор механического воздействия. Движущиеся машины, подвижные части производственного оборудования. Опасность взрыва и	СанПиН 2.2.4.548–96 СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278–03 Р 2.2.2006–05. СН 2.2.4/2.1.8.562–96. СН 2.2.4/2.1.8.566–96. ГОСТ 12.1.005-88

	повышенная или пониженная влажность воздуха.	пожара. Мазутное хозяйство. Газовое хозяйство и газовые горелки печи. Возгорание электропроводки.	
--	---	--	--

4.2.1 Описание вредных веществ, источники возникновения, воздействие на человека и предлагаемые средства защиты

1) Недостаточная освещенность рабочей зоны

Источники возникновения: недостаточная освещенность искусственного света в ночное время.

Воздействие на организм: плохое освещение в ночное время приводит к утомляемости глаз и всего организма, ухудшает или приводит к потере ориентации.

Средства защиты: Зрительную работу в цехе можно отнести к IV–V разряду. Согласно СНиП 23-05-95 естественное освещение в производственных цехах предусматривается 100-200лк, а при общем 150 лк. Производственное помещение должно быть равномерно освещено, иметь рациональное направление светового потока, исключать слепящее действие света и образование резких теней. Искусственное освещение дополняет естественное светом неба, проникающим через световые проемы в стенах цеха. Фактическая освещенность 150 лк.

Таблица 4.2. Параметры систем естественного и искусственного освещения на рабочих местах.

Наименование рабочего места	Тип светильника и источника света	Коэффициент естественной освещенности, КЕО, %		Освещенность при совмещенной системе, лк	
		Фактический	Норм, знач.	Фактический	Норм, знач.
Помещение головки печи обжига	Светильник ЛГ (2 шт.), естественный источник—дневное освещение (окно)	1,5	2,0	320	300
Пульт управления	Светильник ЛЛ (8 шт.)	3,2	3,0	310	300

Рекомендуемое значение яркости в поле зрения работника должно лежать в пределах 2,5%.

Определяем отношение расстояния между светильниками L и высота их подвеса h_c . В зависимости от типа светильников отношение L/h_c при расположении светильников прямоугольником может быть равным 1,4-2,0.

При $h_c=0,3$ м; $L=0,6$ м.

$$\frac{L}{h_c} = \frac{0,6}{0,3} = 0,2.$$

Высота светильников над рабочей поверхностью

$$H_c = h - h_c - h_p,$$

где H —общая высота помещения;

h_c — высота подвеса светильников;

h_p — высота от пола до освещаемой поверхности.

$$H_c = 3 - 0,3 - 0,8 = 1,9 \text{ м.}$$

Находим расстояние между рядами светильников:

$$L = 1,4 \cdot H_c = 1,4 \cdot 1,9 = 2,66$$

Определяем площадь помещения:

$$S = A \cdot B = 4,5 \cdot 10 = 45 \text{ м}^2.$$

Коэффициент запаса, предусматривающий уменьшение световой отдачи ламп при старении и загрязнении, принимаем равным 1,5. В качестве источника света используются УСП-35 с двумя лампами ЛБ-60. В зависимости от уровня освещенности, площади помещения, и высоты подвеса принимаем удельную мощность лампы $W=20 \text{ Вт/м}^2$.

Общая установочная мощность:

$$P = S \cdot W = 45 \cdot 20 = 900 \text{ Вт.}$$

Находим количество ламп:

$$n = \frac{P}{N},$$

где N – мощность одной лампы, равна 60 Вт.

$$n = \frac{900}{60} = 15 \text{ шт.}$$

Светильники устанавливаются в три ряда.

При расчете общего равномерного освещения принимаем метод коэффициента использования.

Величина светового потока лампы определяется по формуле:

$$F = \frac{E_n \cdot k \cdot S \cdot Z}{N \cdot n \cdot \eta},$$

где E_n – нормируемая минимальная освещенность, (СНиП 23-05-95)

$$E_n = 400 \text{ лк,}$$

k – коэффициент запаса,

n – число ламп в помещении,

η – коэффициент использования,

Z – коэффициент равномерности.

Для определения значения коэффициента использования необходимо знать индекс помещения, который вычисляется по формуле

$$i = \frac{S}{H_c \cdot (A+B)},$$

где S – площадь помещения, 45 м^2 ,

H_c – высота расположения светильника над рабочей поверхностью, 1,9

м,

A и B – стороны помещения, м.

$$i = \frac{45}{1,9 \cdot (4,5 + 10)} = 1,6.$$

Коэффициент использования $q=45$ ($g_{\text{потолка}}=70$ и $g_{\text{стен}}=50$),
коэффициент равномерности освещения $Z=0.9$.

$$F = 3600 \text{ лм.}$$

$$F_{\text{ТАБЛ}}=3950 \text{ лм.} 14256$$

Определяем фактическую освещённость $E_{\text{ф}}$ и погрешность расчёта E :

$$E_{\text{ф}} = \frac{(F_{\text{табл}} \cdot n \cdot \eta)}{S \cdot k \cdot Z} = \frac{3960 \cdot 8 \cdot 0,45}{45 \cdot 1,5 \cdot 0,9} = 235 \text{ лк.}$$

$$\Delta E = 10 \text{ \%}.$$

Светильники обеспечивают заданную освещенность в $E_{\text{н}} = 200 \text{ лк}$,

$$E_{\text{ф}} > E_{\text{н}}. 235 > 200 \text{ лк.}$$

Фактическая величина освещенности не должна отличаться от нормированной больше чем на $\pm 10-20 \text{ \%}$.

2) уровень шума в рабочих помещениях

Источники возникновения: Производственные процессы на предприятии по производству керамзита сопровождаются шумом, особенно большое количество шума приходится на цех дробления. Источниками шума являются вращающиеся части помольного оборудования, а также электродвигатели, транспортеры и питатели материала.

Воздействие на организм: Шум оказывает вредное влияние на организм человека, вызывая функциональные расстройства нервной и сердечно-сосудистой системы, быструю утомляемость, снижение внимания и работоспособности, поражение слуха.

Средства защиты:

—уменьшение и ликвидация шума в источнике его образования, с этой целью устанавливают звукопоглощающие облицовки и глушители шума;

—уменьшение шума по пути его распространения, для этого устанавливают звукопоглощающие экраны и конструкции между помольным оборудованием и рабочей зоной, а также звукопоглощающие кабины наблюдения;

–снижение шумового воздействия с использованием средств индивидуальной защиты, для этого используют противошумные каски, специальные наушники, вкладыши в ушную раковину, защитное действие этих средств основано на изоляции и поглощении звука.

–для снижения уровня вибрации оборудования для измельчения и помола материалов устанавливается в отдельных помещениях на виброизоляционных фундаментах с применением амортизаторов из стальных пружин и резиновых прокладок. На вибрационную поверхность кожухов, ограждений и других деталей наносят вибропоглощающее покрытие, выполненное из резины, пластика или вибропоглощающих мастик. Эти покрытия рассеивают энергию колебаний. Для индивидуальной защиты от воздействия вибраций применяется обувь на толстой подошве (резиновой) или подошве из войлока, а также виброгасящие перчатки.

3)Повышение или понижения температуры воздуха окружающей среды.

Источники возникновения: природные явления, погодные условия.

Воздействие на организм: Допускаемое состояние микроклиматических условий – это взаимосвязь параметров микроклимата, которые при длительности и систематическом воздействии на человека могут вызывать изменения функционального и теплового состояния организма и напряжение реакций терморегуляций, не выходящие за пределы физиологических приспособительных возможностей. При этом не возникает повреждений или нарушающей состояние здоровья, но могут наблюдаться состояние теплового дискомфорта, ухудшение самочувствия и понижения работоспособности.

Метеорологические условия, или микроклимат, зависят от теплофизических особенностей технологического процесса, климата, сезона года.

Средства защиты: Выдача средств СИЗ, в летнее время легкой спец. одежды, в зимнее время утепленной спец. одежды.

4.2.2. Характеристика опасных факторов на производстве: источник возникновения и средства защиты для минимизации воздействия фактора.

1) Опасность поражения электрическим током.

Источники возникновения: По электробезопасности цех в соответствии с требованием ПУЭ (правила установки электрооборудования) относится к категории с повышенной опасностью (2 класс).

Для защиты людей от поражения электрическим током производственное оборудование должно удовлетворять следующим требованиям:

токоведущие части производственного оборудования, являющиеся источником опасности, должны быть надежно изолированы или расположены в недоступных для людей местах;

металлические части производственного оборудования, которые вследствие повреждения изоляции токоведущих частей могут оказаться под напряжением опасной величины, должны быть заземлены (занулены).

В схеме электроцепей оборудования предусматривается устройство централизованного отключения сети. Площадка для обслуживания печных агрегатов находится выше пола, оборудуется прочным ограждением и сплошной обшивкой по нижнему контуру.

Правилами устройства электрических установок считаются безопасными, в отношении безопасности человека и пожарном отношении, такие установки, в которых утечка между двумя нижними предохранителями не более 1 мА. Это обеспечивается сопротивлением изоляции 120 кОм.

Воздействие на организм: действие электрического тока на человека носит различный характер. Электрический ток (ЭТ), проходя через организм человека, вызывая различные повреждения путем электрического, термического и биологического воздействия.

Электрические травмы представляют собой четко выраженные местные повреждения тканей организма, вызванные воздействием электрического тока (или дуги).

Средства защиты:

-разрешается пользоваться лишь исправными приборами.

Соединительные шнуры должны иметь неповреждённую изоляцию. Все соединения должны быть надёжными и исключать возможность случайного замыкания или отсоединения проводов во время работы;

-Все крупные электроприборы в металлических корпусах необходимо снабжать защитным заземлением;

-Все монтажные работы, а также присоединения и отсоединения проводов можно производить только на установке, полностью отключенной от электросети;

-Следует избегать прикосновения к проводникам, находящимся под напряжением;

-Для защиты работников, обслуживающего электротехнические установки, от поражения электрическим током применяются защитные средства, к которым относятся диэлектрические перчатки, инструменты электромонтеров с изолирующими ручками.

-недоступностью токоведущих частей;

-надлежащей, а в отдельных случаях повышенной (двойной) изоляцией;

-заземлением или занулением корпусов электрооборудования и элементов электроустановок, могущих оказаться под напряжением;

-надёжным и быстродействующим автоматическим защитным выключателем.

2) Опасность от движущихся машин и механизмов.

Источники возникновения: приводы машин и механизмов, транспортеры, толкатели.

Свойства: движущиеся и вращающиеся части машин и механизмов, клино-ременные и зубчатые передачи.

Воздействие на организм: механические воздействия- ушибы, ссадины, переломы.

Средства защиты: обязательное ограждение движущихся частей, ограждение опасных зон, системы оперативного выключения двигателей механизмов.

3) Опасность взрыва и пожара.

Источники возникновения: обрушение элементов строительных конструкций, замыкание электрических сетей.

Свойства вещества: открытое пламя, искра, электрическая дуга, нагретые поверхности и др.

Воздействие на организм: Потеря видимости вследствие задымления, пониженная концентрация кислорода.

Средства защиты: Электропроводку во избежание возникновения короткого замыкания, способного привести к пожару, изолируют. Изолируют от влаги розетки, расположенные в санузлах и на внешних стенах. Устанавливают автоматические предохранители. Теплоизолируют газовые и электрические плиты от деревянной мебели. Для тушения окурков используют пепельницы. Не допускается воздействие открытого огня на мазут. Не допускаются утечки газового топлива из трубопроводов и образования газовой воздушной смеси в замкнутых объемах.

4.3. Экологическая безопасность

В производстве керамзита образуется загрязнение с поступлением в окружающую среду большого количества пыли.

Для очистки газов от пыли применяются циклоны и пылеулавливающие аппараты. Для создания благоприятных условий, территория завода и прилегающие к нему районы озеленяются, при этом, целесообразно применять деревья и растения, поглощающие характерные для завода выбросы. При производстве кирпича на предприятии образуются загрязненные сточные воды, которые в полном объеме перекачиваются. Бытовые сточные воды сбрасываются в существующую бытовую канализацию завода, откуда они перекачиваются коллектором и насосной станцией на городские очистные сооружения.

Таблица 4.4.

Природные ресурсы и компоненты окружающей	Вредные воздействия	Природоохранные мероприятия
среды		
Земля и земельные ресурсы	Уничтожение и	Рациональное
	повреждение почвенного	планирование мест и
	слоя Засорение почвы	сроков проведения
	Производственными	работ, соблюдение
	отходами и мусором	отводов земель и
		рекультивация земель.
		Повторное
		использование
		производственных
		отходов, вывоз и
		захоронение.
		Мероприятия по
		восстановлению земель,
		озеленение местности.
Вода и водные ресурсы	Загрязнение бытовыми стоками	Очистные сооружения для бытовых стоков.
		Канализационные
		устройства и тд.
Воздушный бассейн	Выбросы пыли и	Мероприятия по
	вредных веществ в	оснащению мощным
	атмосферу наблюдаются на	пылеулавливающим
	участке погрузки и	оборудованием

	разгрузки глины, на	
	складах, при перевозке	
	сырья ленточными	
	транспортёрами, при	
	приготовлении сырьевой	
	Смеси в смесителях	

Для предотвращения возможности заболеваний, вызываемых пылью на заводе, проводят ниже перечисленные мероприятия:

- в качестве вентиляции в помещении цеха установлены вытяжные осевые вентиляторы и отсосы;
- производится отсос и очистка запыленного воздуха над ленточным транспортером сырья в массоподготовительном отделении;
- двухстадийная очистка отходящих газов из сушильного барабана в отделение сушки добавок (циклоны и электрофильтр).

Для предварительной очистки дымовых газов используется пылеосадительная камера, затем проходят систему циклонов и дымососом выбрасываются через трубу в атмосферу. Для очистки дымовых газов, используются батарейные циклоны марки КПЗУ–12И, в количестве 4 штук, с производительностью 50000 м³/час. Уловленная пыль возвращается в производство, для приготовления шихты. Объем и состав газовых выбросов в табл. 4.5

Таблица 4.5

Наименование вещества	Величина ПДК, мг/м ³	Класс опасности
Диоксид серы	0,500	4
Диоксид азота	0,200	3
Фтористый водород	0,020	2
Пыль неорганическая (содержание SiO ₂ не более 20%)	0,500	3

4.4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях.

Наше производство по изготовлению керамзита, как и многие другие, является стратегическим объектом. Здесь есть вероятность возникновения чрезвычайных ситуаций техногенного, природного или военного характера. Выделим наиболее вероятные ЧС для нашего предприятия:

1. Техногенного характера

Пожары, взрывы. Пожары (взрывы) на коммуникациях и технологическом оборудовании промышленных объектов.

Внезапное обрушение зданий. Обрушение производственных зданий и сооружений.

Аварии на электроэнергетических сетях. Аварии на автономных электростанциях с длительным перерывом электроснабжения всех потребителей.

2. Природного характера

Геологически опасные явления (экзогенные геологические явления).

Склоновый смыв.

Метеорологические и агрометеорологические опасные явления. Бури (9–11 баллов). Ураганы (12–15 баллов). Сильный снегопад.

3. Экологического характера

Чрезвычайные ситуации, связанные с изменением состава и свойств атмосферы (воздушной среды). Превышение ПДК вредных примесей в атмосфере по содержанию минеральной пыли и содержанию СО.

4.5. Пожарная и взрывная безопасность

Как на любом производстве, на заводе по производству керамзита из-за несоблюдения техники безопасности могут возникать чрезвычайные ситуации, которые могут привести к опасным для здоровья человека ситуациям. Среди самых распространенных чрезвычайных ситуаций встречаются утечка газа, остановка работы вагонеток в печи и другое.

В качестве топлива при работе печи для обжига керамзита используется газ, который считается пожаровзрывоопасным веществом (главной

составляющей частью природного газа является метан CH_4) Продукты горения природного газа (дымовые газы CO и NO_2) вредные вещества. CO (оксид углерода (II)) — ядовитый газ без цвета и запаха, горючий легковоспламеняющийся, горит голубоватым пламенем, температура самовоспламенения – 605°C . NO_2 – оксид азота (IV) – бурый трудно горючий газ, получивший в промышленности название "лисий хвост", неспособный к горению на воздухе, но способный возгораться в воздухе от источника зажигания, оказывает вредное воздействие на организм человека. Утечка газа может произойти из-за скопления большого количества газа в печи, из-за повреждений газопроводных труб. Утечка газа может привести к смерти рабочих, поэтому важно ее устранить. Для проверки утечки останавливают печь, выключают горелку и обрабатывают мыльным раствором стыки газовых труб. Помещение проветривают, рабочих эвакуируют из помещения на свежий воздух. Также необходимо устранить источник открытого огня, не курить в помещении с утечкой газа.

В производстве керамзита подача керамзита в печь для обжига производится механическими и автоматическими толкателями.

Одними из наиболее вероятных видов ЧС в этом отделении являются пожар или взрыв на рабочем месте.

Пожарная безопасность объекта обеспечивается рядом противопожарных мероприятий, предусмотренных в соответствии с Федеральным законом Российской Федерации от 22 июля 2008 г. N 123-ФЗ "Технический регламент о требованиях пожарной безопасности".

Работники, обязаны пройти противопожарный инструктаж, а мастер и начальник занятия по пожарно-техническому минимуму.

При работе на взрыво-пожароопасном производстве безопасность работающего персонала должна обеспечиваться:

- конструктивно-планировочным решением помещений, гарантирующим возможность осуществления быстрой эвакуации людей и ограничивающим распространение пожара;

- постоянным содержанием в надлежащем состоянии специального оборудования, способствующего успешной эвакуации людей в случае пожара (системы экстренного оповещения, аварийное освещение, знаки безопасности);
- ознакомлением всех работающих с основными требованиями пожарной безопасности и мерами личной предосторожности, которые необходимо соблюдать при возникновении пожара, а также планом эвакуации людей из помещения;
- установлением со стороны администрации систематического контроля за строжайшим соблюдением мер предосторожности при ремонтных работах, эксплуатации электроприборов, электроустановок и отопительных систем.

Для локализации и ликвидации пожара должны использоваться стационарные средства пожаротушения.

Размещение оборудования противопожарного водоснабжения и пожаротушения на площадке цеха выполнено согласно требованиям Федерального закона № 384-ФЗ от 30.12.2009, Федерального закона № 123-ФЗ от 22.07.2008, с учетом ГОСТ 31385-2008.

На объекте предусмотрено применение оборудования пенного и порошкового пожаротушения, а также первичных средств пожаротушения огнетушитель типа ОУ-80, ОВП-5, ОВП-10, песок, асбестовые одеяла.

Организационные и технические меры по предотвращению распространения пожаров и взрывов

При возникновении загорания или пожара на участке предприятия необходимо немедленно объявить пожарную тревогу и сообщить об этом в пожарную охрану по телефону, номер которого вывешен на видных местах на территории участка. О пожаре сообщают четко, с указанием цеха, участка и фамилии сообщającego. Сообщение о пожаре необходимо сделать, даже если в подразделении имеется автоматическая пожарная сигнализация. Одновременно с сообщением о пожаре рабочие принимают меры к его ликвидации и эвакуации людей из горящего здания или помещения. Для тушения пожара

используют первичные средства пожаротушения, которые имеются на данном объекте и могут применены в соответствии с характером пожара.

К организационным мероприятиям относятся обучение производственного персонала противопожарным правилам и издание необходимых инструкций и плакатов. К техническим мероприятиям относится соблюдение противопожарных норм при сооружении зданий, установки оборудования и организации технологического процесса, монтаже электрооборудования, устройстве вентиляции, первичные средства пожаротушения.

Первичные средства пожаротушения, немеханизированный пожарный инструмент и инвентарь.

К первичным средствам пожаротушения относятся:

- огнетушители, песок (в ящике), вода (объемом 0,2 м³ и/или 0,02 м³);
- асбестовое полотно, грубошерстная ткань или войлок (кошма, покрывало из негорючего материала).

К немеханизированному пожарному инструменту и инвентарю относятся:

- лом, багор, крюк с деревянной ручкой, ведро, лопаты.

Определение необходимого количества первичных средств пожаротушения для защиты зданий и сооружений выполнено по Приложению 6. Правил противопожарного режима в Российской Федерации.

4.6. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данном разделе выпускной квалификационной работы были выявлены и проанализированы опасные и вредные факторы на объекте – цех по производству керамзита ООО«ЗКПД ТДСК», а также предложены меры по уменьшению воздействия опасных и вредных факторов на обслуживающий персонал.

Анализируя нормативные документы в области безопасности труда, рассмотрены производственная санитария, опасные и вредные факторы,

освещение, производственный шум, пожаробезопасность, охрана окружающей среды и возникновение чрезвычайных ситуаций с точки зрения создания условий безопасной и комфортной работы. Это позволит обеспечить хорошую работоспособность в течении рабочего дня, повысить качество труда, не нанося при этом вред окружающей среде.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Анализ эффективности обжига керамзитового гравия на ООО «ЗКПД ТДСК» в г. Томске показал следующее. Процесс обработки сырья при производстве керамзита осуществляется в барабанной вращающейся печи продуктами сгорания природного газа. На основе выполненных расчетов энергетических затрат на обработку сырья, установлено, что теплота расходуется неэффективно.

Для устранения этих недостатков предлагается, следующее:

1. Обустроить в печи специальные пороги для снижения тепловых потерь.
2. Оборудовать печь теплообменным устройством для предварительного нагрева сырья.
3. Использовать теплоту остывающего керамзита для нагрева воздуха, используемого для поддержания горения газов.

Данные меры позволят повысить производительность печи, а также это приведет к снижению потерь теплоты с уходящими газами, что, в свою очередь, приведет к сокращению расхода топлива на 20–35%.

Срок реализации этих мероприятий составит один месяц, а период окупаемости четыре месяца.

Предложенные технологические решения для повышения эффективности обжига керамзита не снизят безопасность эксплуатации печи.

Список использованных источников

1. Онацкий, С.П. Производство керамзита: 3-е изд., перераб. и доп. / С.П.Онацкий. – М.: Стройиздат, 1987. – 333 с.
2. Левченко, П.В. Расчет печей и сушил силикатной промышленности; Издание второе, стереотипное, перепечатка с издания 1968. — М.: Альянс, 2007. – 366 с
3. Перегудов В.В., Роговой М.Н.; «Тепловые процессы и установки в технологии строительных изделий и материалов». – М.: Стройиздат, 1983. – 416 с.
4. Борбат, П.Т. Производство и применение керамзита в строительстве (опыт Военстроя) / П.Т. Борбат. – Информационный сборник. М.: Госстройиздат, 1962.
5. Гинзбург Д.Б. и др. Печи и сушилки силикатной промышленности. – М.: Стройиздат, 1963. – 343 с.
6. Элинзон, М. П. К вопросу о выборе сырья для производства керамзитового гравия и аглопорита. Керамзит и аглопорит как строительный материал / М.П. Элинзон, Б.Н. Виноградов // Сборник статей. М.: «Недра», 1966 г. – 152 с.
7. Чентемиров, М.Г. Производство и применение керамзита / М.Г. Чентемиров, В.П. Горных. – М.: Госстройиздат, 1963 г. – 104 с.
8. Башмаков И.Я. Повышение энергетической эффективности зданий в Европе / И.Я. Башмаков, В.И. Башмаков // Энергосбережение, 2013. – №5. – с.
9. Кудяков А.И., Петров Г.Г., Абакумов А.Е., Сергеева А.В. Высокопрочный керамзитобетон для строительства энергосберегающих жилых зданий. Перспективные материалы в технике и строительстве (ПМТС-2013). Материалы первой Всероссийской научной конференции молодых ученых с международным участием. Томск: Изд-во ТГАСУ, 2013. - С. 399-401.
- 10.РД-АПК 1.10-17.01-15 Методологические рекомендации по технологическому проектированию предприятий по производству

комбикормов

11. СП 60.13330.2016 «Отопление, вентиляция, кондиционирование воздуха»
Актуализированная редакция СНиП 41-01-2003.
12. СанПиН 2.2.4.3359-16 «Санитарно-эпидемиологические требования к физическим факторам на рабочих местах»
13. СанПиН 2.2.4.548-96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений».
14. ГН 2.2.5.3532-18 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны»
15. ГОСТ 12.0.002-2014 «Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Термины и определения».
16. [ГОСТ 12.1.004](#)-91 «Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Пожарная безопасность».
17. СНиП 21-01-97 «Пожарная безопасность зданий и сооружений».
18. ГОСТ 12.1.009-2009 «Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электробезопасность. Термины и определения».
19. ГОСТ Р 22.0.02-2016 «Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Термины и определения основных понятий».
20. ГОСТ 9758-2012 Заполнители пористые неорганические для строительных работ. Методы испытаний.
21. ГОСТ 32026-2012 Сырье глинистое для производства керамзитовых гравия, щебня и песка. Технические условия.