

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования



«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Институт ИнЭО _____

Направление подготовки Химическая технология _____

Кафедра ТСН _____

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Проект углеподготовительного отделения цеха обжига на ООО «Красноярский цемент» УДК _662.66:621.926:666.94013(571.51)_____

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-4Г12	Федорчук Александр Алексеевич		20.06.16

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Сударев Евгений Александрович	К.Т.Н.		20.06.16

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Тухватулина Лилия Равильевна	К.Э.Н.		09.06.2016

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Федорчук Юрий Митрофанович	Д.Т.Н.		14.06.16г.

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Погребенков Валерий Матвеевич	Д.Т.Н.		20.06.16

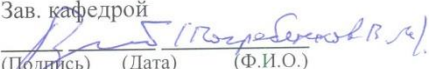
Томск – 2016 г.

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

Институт ИнЭО _____
Направление подготовки (специальность) Химическая технология
Кафедра ТСН _____

УТВЕРЖДАЮ:

Зав. кафедрой


(Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Бакалаврская работа

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

Студенту:

Группа	ФИО
3-4Г12	Федорчук Александр Алексеевич

Тема работы:

Проект углеподготовительного отделения цеха обжига на ООО «Красноярский цемент»

Утверждена приказом директора (дата, номер)

Приказ №2002/С от 16.03.2016 г.

Срок сдачи студентом выполненной работы:

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	ООО «Красноярский цемент» - предприятие выпускающее цемент различных классов и работающие по мокрому способу. Режим работы непрерывный. В качестве сырьевых материалов завод использует известняки и глину. Качество продукции регламентируется нормативными документами ГОСТ 30515-13, ГОСТ 10178-85 и ТУ 21-26-18-91
--------------------------	--

Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	Расчёт и подбор оборудования углеподготовительного отделения цеха обжига на ООО «Красноярский цемент»
Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)	Технологическая схема, Схема основного оборудования углеподготовки, Чертеж мельницы
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы (с указанием разделов)	
Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Тухватулина Лилия Равильевна
Социальная ответственность	Федорчук Юрий Митрофанович
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:	

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

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Сударев Евгений Александрович	к.т.н.		10.02.16

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-4Г12	Федорчук Александр Алексеевич		20.02.16

Оглавление	
Введение.	8
1. Обзор литературы.	10
2.Объект и методы исследования.....	13
2.1 Описание технологической схемы производства.....	13
2.2 Обоснование выбора состава сырьевой смеси.	22
3.Расчёты и аналитика.....	24
3.1 Материальный баланс цементного завода, работающего по мокрому способу.....	24
3.1.1.Производственное задание цеха обжига	25
3.1.1.1 Производительность трёх вращающихся печей.	25
3.1.1.2. Расчет расхода сырьевых материалов	25
3.1.1.3 Расчет расхода шлама	27
3.1.2 Производственное задание для отделения помола сырья	27
3.1.3 Производственное задание карьера и дробильного отделения	28
3.1.4 Производственное задание клинкерного склада и отделения помола цемента.....	29
3.1.1.8. Производственное задание силосно-упаковочного отделения.....	31
3.1.1.9. Расчет расхода топлива.	31
3.2.Подбор оборудования угольной мельницы.	32
3.2.1. Расчет процесса горения топлива.	33
Таблица 3.11-Материальный баланс горения топлива.	36
3.2.2 Тепловой расчет угольной мельницы.....	38
3.2.2.1 Расчет материального баланса.	38
3.2.2.2 Конструктивный расчет угольной мельницы.	39
3.2.2.3 Тепловой баланс мельницы и определение расхода топлива.	41
3.2.3 Подбор тягодутьевых и обеспыливающих устройств.	50
4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.....	63
4.1 Анализ эффективности действующего производства.	63
4.1.1 Расчёт производственной мощности.	63
4.1.2 Расчет себестоимости готовой продукции по действующему производству.	65
4.1.3 Расчет затрат на производство продукции.....	69
4.1.4 Расчет стоимости основных фондов и амортизационных отчислений	70

4.1.5 Расчет себестоимости	71
4.1.6 Определение цены готовой продукции.	72
4.2 Анализ безубыточности по производству	72
5. Социальная ответственность	77
5.1 Введение	77
5.2 Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды	78
5.2.1 Промсанитария	78
5.2.2 Воздействие пыли на организм человека	80
5.2.3 Микроклимат производственных помещений	82
5.2.4 Защита от шума и вибрации	83
5.2.4 Освещение производственных помещений	86
5.3 Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды	90
5.2.1 Безопасность технологического процесса	90
5.3.2 Электробезопасность	92
5.2.3 Пожарная безопасность	94
5.4 Охрана окружающей среды	96
5.5 Чрезвычайные ситуации	97
5.5.1 Анализ технологических процессов, аварий и инцидентов	97
5.5.2 Анализ технологического оборудования.	99
5.5.3 Анализ рабочей зоны	99
5.6 Нормативно-техническая документация	100
Заключение	102
Список использованных источников	103

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 109 с., 3 рис., 41 табл., 3 прилож., 34 источника литературы.

Ключевые слова: цемент, клинкер, сырьё, вращающаяся печь, угольная мельница, технологическое топливо, дробление, обжиг.

Объектом исследования является процесс дробления и сушки угля в шаровой мельнице

Цель работы – создать проект углеподготовительного отделения цеха обжига

В процессе исследования проводились обзор литературных источников по теме, расчёт материального и теплового балансов угольной мельницы.

В результате исследования произвели подбор основного технологического оборудования

Основные конструктивные, технологические и технико-эксплуатационные характеристики: для процесса дробления и сушки угля подобрана угольная мельница «Полизиус» ФРГ размером 2,4 * 4,4м, производительностью 10 т/ч

Степень внедрения: проведены необходимые расчёты.

Область применения: ООО «Красноярский цемент»

Экономическая эффективность/значимость работы проект является экономически выгодным, так как прибыль предприятия составляет свыше 137469,43 тыс. руб, а срок окупаемости капитальных вложений 1 года

Введение.

Цементная промышленность России является базовой отраслью строительного комплекса, от которой зависит состояние и развитие экономики страны, решение проблем воспроизводственных процессов, специальных вопросов - строительства жилья, объектов здравоохранения, просвещения и т.п. Цементная промышленность в настоящее время – высокомеханизированная отрасль промышленности. Она в значительной мере определяет уровень всего производства, ускорение научно-технического прогресса.

Особенно в жилищном строительстве. Так как основной задачей, которую стоящей перед правительством в строительной отрасли, является обеспечение комфортным жильем граждан России по разумным ценам. И если жилые комплексы строили преимущественно в Москве и Подмосковье, то теперь и в других регионах страны, где стремительный темп строительства уже не вызывает сомнений. Прежде всего, это связано с увеличением деловой активности и как следствие увеличения капиталовложений в развитие таких отраслей экономики, как металлургическая, топливная и машиностроительная. Что дает возможность повышения жизненного уровня и рабочих и акционеров, а значит и развивается инфраструктура.

В России за последние несколько лет удалось добиться постоянного роста объема промышленной продукции. Но хотя ежегодный прирост выпуска строительных материалов и составляет около 10%, достигнутые объемы не полностью удовлетворяют потребности рынка. Это вызвано низким технологическим уровнем предприятий и износом оборудования.

В результате выше изложенного необходима полная или частичная модернизация тепловых установок на более экономичные и менее энергоёмкие. Так для сушки и помола угля стала стандартным решением использование шаровой мельниц, принцип работы которых основан на использовании циклонного воздушного потока. Полученная в результате постоянного совершенствования конструкции сегодняшняя компактная угольная мельница отличается высокой надежностью и возможностью создания на ее базе мельниц разных размеров. Мельница измельчает и просушивает все виды угля, и является очень экономичным решением, если речь идет об удельном расходе энергии.

Угольная мельница подходит для производственных установок различного типа: инертных и неинертных, с прямой и непрямой системой подачи топлива. Инертная система, спроектированная для непрямой подачи топлива, является самой популярной системой на цементных заводах. Оснащенная высокопроизводительным динамическим сепаратором, угольная мельница осуществляет помол любого вида угля до необходимой фракции. Сепаратор и окружная форсунка имеют размеры, независимые от самой мельницы. Это делает возможным подбирать эти размеры в соответствии с количеством газа, необходимого для сушки и транспортировки материала. За

одну операцию мельница измельчит и просушит уголь, содержащий более 20% влаги.

Целью - изучение конструкции и принципа работы угольной мельницы, особенности ее эксплуатации.

Задачей данной работы является расчет необходимого количества тепла для сушки угля, определение типоразмера мельницы, подбор вспомогательного оборудования.

1. Обзор литературы.

Основным производителем поставщиком качественного цемента и строительных материалов на его основе в Красноярском крае является предприятие ООО «Красноярский цемент». В настоящее время производственная мощность предприятия около 1 млн. тонн цемента в год.

Цемент — один из главнейших строительных материалов, предназначенных для изготовления бетонов и строительных растворов, скрепления отдельных элементов (деталей) строительных конструкций, гидроизоляции и др. Цемент представляет собой гидравлический вяжущий материал, который после смешения с водой и предварительного затвердевания на воздухе продолжает сохранять и наращивать свою прочность в воде.[1]

Цемент получают путем совместного тонкого измельчения клинкера и необходимого количества гипса и добавок. Для образования клинкера из исходной сырьевой смеси минералы одного сырьевого компонента — известняка и минералы второго компонента — глины должны химически прореагировать между собой. В обычных условиях компоненты сырьевой смеси — известняк, глина и др. — инертны, т. е. не вступают в реакцию один с другим. При нагревании они становятся активными и начинают взаимно проявлять реакционную способность. Объясняется это тем, что с повышением температуры энергия движущихся молекул твердых веществ становится настолько значительной, что между ними происходит взаимный обмен молекулами и атомами с образованием нового соединения. Образование нового вещества в результате реакции двух или нескольких твердых веществ называют реакцией в твердых фазах.

Скорость химической реакции возрастает, если часть материалов расплавляется, образуя жидкую фазу. Такое частичное плавление получило название спекания, а материал — спекшимся.

Для обжига сырьевой шихты применяют жидкое (нефть, мазут), твердое (уголь, дрова, торф, сланец) и газообразное топливо (природный и генераторный газы). В цементной промышленности наиболее широко применяют природный газ, уголь и мазут.

Твердое топливо включает в себя горючую и негорючую часть. Горючая часть состоит в основном из углерода С, водорода Н, кислорода О, азота N, органической серы S_0 , колчеданной серы S_K ; негорючая часть содержит влагу W и золу A .

Газообразное топливо состоит из смеси горючих и негорючих газов. Примерный состав природного газа (в процентах по объему): метан — 93, этан — 1,8, высшие предельные углеводороды — 2, углекислота — 3,3.

Теплота сгорания — основная характеристика топлива независимо от его вида — это количество теплоты, выделяющееся при сгорании 1 кг твердого или жидкого топлива или 1 м³ газа. Теплоту сгорания топлива измеряют в Дж/кг (1 кал/кг = 4,2 Дж/кг).

В среднем теплота сгорания твердого и жидкого топлива колеблется в пределах 20950—50 280 кДж/кг (5000—12 000 ккал/кг), а газа равна примерно 33 520 кДж/м³. Для расчетов теплоты сгорания топлива пользуются понятиями низшей и высшей теплоты сгорания. *Низшая и высшая теплота сгорания топлива*— количество теплоты, выделяющееся при горении 1 кг или 1 м³ (для газа) топлива с учетом влаги, выделяемой соответственно в виде пара $Q_{\text{н}}$ или жидкости $Q_{\text{в}}$.

Чтобы обеспечить температуру факела топлива, равную 1550°C (при обжиге клинкера 1450 С), низшая теплота сгорания его должна быть не менее 21 000 кДж/кг (кДж/м³).

Если теплота сгорания выше 29400 кДж/кг (29400 кДж/м³ для газообразного топлива), то такое топливо называется высококалорийным. К высококалорийному топливу относятся газ, мазут и некоторые виды каменных углей, к низкокалорийному — бурые угли, торф, сланец. Топливо, теплота сгорания которого равна 29400 кДж на 1 кг или на 1 м³, называется *условным топливом*. С условным топливом сравнивают все виды натуральных топлив.

Важные характеристики топлива — содержание в них летучих веществ, их влажность и зольность.

«При нагревании топлива без доступа воздуха оно разлагается на летучие вещества — газы и пары, твердый остаток — кокс, представляющий собой чистый углерод с примесью небольших количеств других составляющих топлива Н, О и N. Содержание летучих веществ определяет характер горения топлива. При высоком содержании летучих веществ топливо горит длинным пламенем. Такое топливо называется длиннопламенное или газовое (дрова, торф). Топливо с малым содержанием летучих веществ горит коротким пламенем. Оно называется короткопламенное или тощее (кокс, антрацит).

Твердое топливо, используемое в цементной промышленности, должно иметь теплоту сгорания не ниже 21 000 кДж/кг, зольность не более 10—12% и содержание летучих в пределах 10—30% на сухую массу вещества. Угольную топливную шихту составляют из длиннопламенных и короткопламенных углей.

Выбор топлива для обжига сырьевой шихты определяется видом печного агрегата. Так, для обжига сырья во вращающихся печах применяют преимущественно каменные угли, а также бурые угли, горючие сланцы, коксовую мелочь.

Поскольку влага в топливе — балласт, то ее содержание в углях не должно превышать 2 %. Негорючая часть топлива также влияет на процесс обжига клинкера, так как она оседает на материал в виде золы и изменяет его химический состав. Поскольку в составе неорганической части углей преобладают SiO₂, Al₂O₃ и Fe₂O₃, то при выпадении золы на материал понижается его коэффициент насыщения и повышается силикатный модуль. Поэтому количество золы необходимо учитывать при расчете сырьевой смеси для получения клинкера заданного состава. Применение

многозольных топлив может вызвать образование колец во вращающейся печи и приваров в шахтной печи или ухудшить качество клинкера и цемента. Поэтому содержание золы в топливе не должно превышать 20%.

Твердое топливо, подаваемое в печь для обжига, должно быть измельчено в разной степени в зависимости от вида обжигающего агрегата (шахтная или вращающаяся печь) и марки угля.[1]

При обжиге во вращающихся печах тонкость помола угля должна быть высокой (угольная пыль): остаток на сите № 008 составляет 8—16%. При этом чем больше летучих веществ в топливе, тем грубее должен быть его помол. Это объясняется тем, что с уменьшением размера частиц угля увеличивается скорость удаления летучих веществ, что может привести к неполному их сгоранию. При слишком же грубом помоле угольные частицы не успеют сгореть за время их пребывания в факеле и будут падать и догорать на слое материала, что создаст условие для восстановительного процесса обжига. В результате этого снижается температура в зоне спекания и ухудшается качество клинкера.[1]

2.Объект и методы исследования

2.1 Описание технологической схемы производства

ГОРНЫЙ ЦЕХ включает в себя:

- Карьер известняка
- Карьер глины
- Отделение дробления известняка, находящееся на промплощадке предприятия.

Сырьевой базой завода являются:

- Известняки Торгашинского месторождения.
- Глины Кузнецовского месторождения.

Добыча известняка производится на участке «Чёрный мыс», находящемся в 3^х км от завода, открытым способом. Карьер известняка оснащён 3^{мя} экскаваторами марки ЭКГ.

В приёмный бункер отделения дробления известняк из карьера доставляется автотранспортом марки «Белаз-540», грузоподъёмностью 30 тонн. Размер кусков горной массы находится в пределе не более 700 мм.

Известняк проходит 2 стадии дробления. I-стадия – первичное дробление, в щековой дробилке, II-стадия – вторичное дробление, в 2^х – молотковых дробилках.

Из приёмного бункера известняк подаётся в щековую дробилку N-20 через загрузочное отверстие и измельчается путём раздавливания между неподвижной и подвижной щеками дробилки. Производительность щековой дробилки до 380 т/час. Размер кусков известняка после первичного дробления не должен превышать 250 мм.

Далее системой транспортёров (цепного, лоткового, ленточного) известняк подаётся в приёмный бункер вторичного дробления. Из бункера пластинчатым питателем известняк подаётся в 2^е молотковые дробилки марки S-14, работающие одновременно. От ударного воздействия молотков и отбойных плит материал в молотковых дробилках измельчается до кусков с размером не более 25 мм. Производительность дробилок от 125 до 190 т/час каждая. После вторичного дробления известняк системой ленточных транспортёров подаётся непосредственно в бункеры сырьевых мельниц или в закрытый склад известняка, с полезной ёмкостью 13600 м³ или 25000т. Из склада известняк подаётся в бункеры мельниц электрическими мостовыми грейферными кранами. В складе поддерживается запас известняка, обеспечивающий работу сырьевого цеха в течение не менее 3^х суток.

Карьер глины расположен в 10 км от завода. Добыча глины ведётся открытым способом экскаваторами марок Э-2505 и ЭО-5124 и доставляется на завод автотранспортом марок «Камаз» грузоподъёмностью 12,0 т в отделение глиноболтушек Сырьевого цеха.

Задачей передела «**Сырьевой цех**» является подготовка сырьевой смеси (шлама), имеющей заданный (согласно технологического регламента предприятия) химический состав и качественные характеристики для дальнейшего обжига во вращающихся печах.

В состав Сырьевого цеха входят:

- отделение сырьевых мельниц;
- отделение глиноболтушек;
- вертикальные бассейны для замоча глиняного и сырьевого шламов, корректирования рабочего шлама, а также для приёма немолотой глины;
- горизонтальные бассейны для усреднения состава и хранения рабочего шлама;
- склад известняка и корректирующих добавок (кварцитов и железистой добавки);
- эстакада с прилегающими площадками для приёма и выгрузки добавок.

Транспортирование шлама осуществляется с помощью трубопроводов. Характеристики мельниц, замельничных устройств и другого основного оборудования цеха представлены далее.

При подготовке сырьевого шлама для обжига клинкера в сырьевом цехе производятся следующие операции с сырьевыми материалами:

- 1.размучивание глины;
- 2.приготовление глиняного (низкого) шлама;
- 3.приготовление известнякового (высокого) шлама с корректирующими добавками;
- 4.корректирование высокого шлама низким с получением рабочего шлама;
- 5.усреднение состава рабочего шлама в горизонтальных бассейнах.

ХАРАКТЕРИСТИКА ГОТОВОГО МАТЕРИАЛА

Таблица 2.1

Наименование и тип агрегата	Размалываемый материал	Тонкость помола, (остаток на сите №02), %	Запесоченность, %	Влажность, %	Растекаемость, мм	Производительность агрегата по сухому материалу т/ч
		не более	не более	не более	не более	
Мельница №6 ø2,6×13,0	Глина	0,6	15,0	50±2,0	58,0	12,0

Мельницы №7÷11 Ø2,6×13,0	1.Известняк, 2.Корректирую- щие добавки: - огарки - кварциты	2,6±0,3	-	34,0	57,0	37,0
--------------------------------	--	---------	---	------	------	------

ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ СЫРЬЕВЫХ МАТЕРИАЛОВ

Таблица 2.2

Наименование	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃	K ₂ O+N ₂ O	п.п.п.	min/max содержание влаги	пропорция в смеси сырья, %
Известняк	6,01	2,17	1,24	49,58	0,89	0,11	0,34	39,66	0,5/ 1,5	82
Глина	59,37	16,38	6,54	2,51	2,94	0,60	1,61	10,05	16/22	12,3
Шлак отражательной плавки	32,02	5,82	49,43	7,88	0,75	3,30	0,8		1,5/ 2,5	3,4
Кварциты	96,3	0,97	1,19	0,25	0,14	0,04	1,11		0,5/ 1,5	2,3
Шлам: рядовой нормированног о состава	12,51	2,96	2,58	43,90	1,51	0,09	0,50	35,95		
	13,17	3,04	2,88	43,19	1,53	0,11	0,45	35,63		

УДЕЛЬНЫЕ НОРМЫ РАСХОДА СЫРЬЯ И ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ ПО СЫРЬЕВОМУ ЦЕХУ

Таблица 2. 3

Наименование	Единицы измерения	Норма расхода
<i>Сырьё</i>		
1. Известняк	т/т клинкера	1,31
2. Глина(сухое в-во)	т/т клинкера	0,16
3. Кварциты	т/т клинкера	0,030
4. Огарки	т/т клинкера	0,040
5. Сухое сырьё (шлам)	т/т клинкера	1,54
<i>Электроэнергия</i>		
1.Глиноприготовление и помол глины	кВт.ч/т	13,34
2. Помол шлама (сух.)	кВт.ч/т	29,06

Обжиг клинкера производится по системе мокрого способа производства. **Обжиг** цементного клинкера на «Красноярском цементном заводе» производится на 3 печах, №3 и 4 с размерами 3,6×150 м с рекуператорным холодильником, на печи №5 с размерами 4×150 м с колосниковым холодильником «Волга 35».

Техническая характеристика печей:

- печь №3 производительность 25,5т/ч, число оборотов в минуту на полном ходу -1,69 ,
- Печь №4 производительность 25,5т/ч, число оборотов в минуту на полном ходу 1,69,
- Печь №5 производительность 35 т/ч при производстве клинкера тампонажного состава производительность печи 32 т/ч, число оборотов в минуту на полном ходу 1,4;

Холодильники печи № 3,4 тип рекуператорный по 10 рекуператоров на каждой печи d=1,42 м длинна 5,5 м; холодильник печи №5 колосниковый «Волга -35СА» производительность 35 т/ч, ширина 5,7м, полезная поверхность 43,1 м².

В рекуператорных печах №3,4 с холодного конца установлены резиновые уплотнители, в силу их не полного прилегания есть малые подсосы воздуха. На печи №5 на горячем конце лепистковый уплотнитель, а на холодном так же резиновый уплотнитель, где в силу не полного прилегания есть малые подсосы воздуха. Гидроупор – служат для восприятия осевых усилий, передающихся от печи на опоры, а также для ее периодических осевых перемещений с целью обеспечения равномерного изнашивания рабочих поверхностей роликов и бандажей по всей их длине.

Огнеупорная футеровка печей применяется для предохранения металлоконструкции и обслуживающего персонала от воздействия высоких температур снизить потерю тепла в окружающую среду и обеспечить возможность достижения необходимых температур в пространстве теплового агрегата для нормального ведения технологических процессов. Футеровка теплового агрегата выполняется из огнеупорного кирпича блоков или жаростойкого, огнеупорного бетона и бетонных или сборных из штучного кирпича блоков и состоит из отдельных примыкающих друг к другу участков панелей, выполненных из одного или различных видов огнеупорных изделий и материалов.

Основными футеровочными материалами являются огнеупорные и высокоогнеупорные изделия: алюмосиликатные и периклазошпинелидные. Основным показателем алюмосиликатных изделий является содержание оксида алюминия. Повышение содержание оксида алюминия в изделиях способствует росту их химической устойчивости, последовательно возрастают значение механических свойств и модули упругости. Периклазошпинелидные изделия характеризуются высокой огнеупорностью (выше 1900⁰С) и высокой химической устойчивостью к воздействию основных окислов. Прибывающие в склад вагоны с огнеупорными изделиями осматриваются контролем группы входного контроля.

На Красноярском цементном заводе используемое технологического топлива – форсуночный уголь (шихта тощего и длиннопламенного углей). В качестве топлива на предприятии используются два угля: Кузнецкий тощий рядовой (ТР) и Черногорский длиннопламенный рядовой (ДР) в соотношении, как правило 1:1. Кузнецкий уголь имеет низкое содержание летучих веществ, но более высокую калорийность (от 5500 до 6500 ккал/кг), Черногорский – высокое содержание летучих веществ, но пониженную калорийность (от 4600 до 5500 ккал/кг). Шихтованием ДР и ТР в заданном соотношении достигается форсуночное топливо заданных параметров: по летучим (от 21 до 27%), калорийности (5400 ± 100 ккал/кг), зольности (от 16 до 22%).

Подготовка топлива к сжиганию осуществляется в угольном отделении. В угольное отделение уголь поступает из склада угля. Склад условно разделяется на две части – для складирования отдельно углей ДР и ТР. Тип склада – полуоткрытый, длина 144 м, ширина 30 м, общая площадь 4320 м². Общая ёмкость склада 16,0 тыс. м³, примерно по 8 – 10 тыс. т каждого угля. Вдоль склада на всю его длину имеется эстакада с ж/д путями для поставки и разгрузки вагонов. При эстакаде, также по всей длине склада, с обеих её сторон имеются приямки для разгрузки угля из вагонов. Эстакада с приямками отделена от склада сплошной бетонной стеной.

Уголь поставляется на завод железнодорожным транспортом, на эстакаде склада часть его отбирается сверху из вагона мостовым грейферным краном и складывается на складе. Оставшаяся в вагоне масса угля разгружается самотёком через нижние люки вагонов в приямки эстакады. Затем этот уголь также поднимается и складывается в складе. Эстакада рассчитана на одновременную разгрузку 8 вагонов, в т.ч. 4 ТР и 4 ДР. Каждый из этих углей разгружается в свои приямки и складывается в своей части склада. В складе уголь хранится, частично подсушивается, а также усредняется по составу. Для шихтования углей на складе выделяется специальная площадка. На эту площадку с помощью грейферного крана уголь (ТР и ДР) дозируется в заданных пропорциях и перемешивается с целью получения смеси однородного состава – по содержанию золы, летучим и калорийности.

В от шихтованном виде смесь угля подаётся на дробление. В связи с тем, что часть угля имеет достаточно крупные размеры кусков (до 300 мм), уголь подвергается предварительному дроблению. С этой целью на предприятии предусмотрено отделение дробления угля. Это отделение укомплектовано двумя однороторными центробежными дробилками ОЦД-100 с приёмными бункерами и системой транспортёров. От шихтованный уголь с шихтовочной площадки грейферным краном загружается в приёмный бункер дробилки. Из приёмного бункера лотковым питателем уголь подаётся на дробление на дробилку. Производительность дробилки 100 т/час, удельный расход электроэнергии на дробление составляет 0,75 кВт ч/т. Кратность дробления равна 10, до дробления 300 мм, после дробления 30 мм.

Дроблёный уголь системой ленточных конвейеров поступает в бункеры сырого угля угольных мельниц №3, №4, №5. Система ленточных конвейеров состоит из 4-х конвейеров: 2 с шириной ленты 650 и 800 мм, длиной по 354 м и 2 с шириной 700 и 800 мм и длиной, соответственно, 110 м и 120 м. Приготовление угольного порошка – форсуночного топлива для обжига клинкера производится в шаровых мельницах с одновременной сушкой и помолом в замкнутом цикле. Каждая печь имеет свою угольную мельницу.

Изнутри угольные мельницы за футерованы стальными бронеплитами. Мельницы однокамерные, в качестве мелющей загрузки в них используются стальные шары диаметром от 30 до 60 мм. Мельницы №3 и №4 одинаковые по размерам – $\varnothing 2,4 \times 4,4$ м, с производительностью 10 т/час и массой мелющей загрузки 21,0т. Мельница №5 размером $\varnothing 2,87 \times 4,7$ м имеет производительность 16 т/час, массу мелющей загрузки 25,0т. Каждая угольная мельница снабжена бункером дроблёного угля разного объёма: №3 – 17,5 м³, №4 – 41,35 м³, №5 – 31 м³.

Дроблёный уголь системой транспортёров подаётся в бункеры дроблёного (сырого) угля мельниц, далее тарельчатыми питателями с производительностью по 20 м³/час на мельницах №3 и №4 и 48 м³/час на мельнице №5 подаётся в мельницы для тонкого измельчения. Параллельно с сырым углём в мельницу подаётся сушильный агент с температурой на входе 250-350°C. В качестве сушильного агента используются топочные газы – продукт сгорания угольного порошка в топке мельницы. У каждой мельницы установлена 2-х камерная топка, оборудованная одноканальной цилиндрической форсункой для сжигания угольного порошка.

В бункеры топок угольный порошок из мельниц №3, №4 подаётся пневмокамерным насосом, из мельницы №5 – пневмовинтовым. Для подачи воздуха на горение у каждой топки установлен топочный вентилятор типаВД-6 с производительностью по газу 10000 м³/час для топок №3, №4 и типа ВВД-8У с производительностью по газу 12000 м³/час для топки №5.

В угольной мельнице осуществляется процесс одновременной сушки и помола угля. Движение потока угля и топочных газов, иначе, угольновоздушной смеси, обеспечивается разрежением, создаваемым в мельнице вентилятором высокого давления печи. Измельчённый и подсушенный порошок угля потоком воздуха с температурой не более 70°C подаётся в сепаратор, с производительностью по газу на №3 и №4 – 21600 м³/час, $\varnothing 2400$ мм и высотой 2400 мм, на №5 – типа СПЦВ 3300/1200 с производительностью по газу 35000 м³/час. В сепараторе происходит отделение недомолотого угольного порошка – крупки от готового продукта. Готовый продукт улавливается циклоном и направляется в бункер готового угольного порошка – форсуночного топлива. Помол и сушка угольного порошка в мельнице производится до заданных параметров – тонкость помола должна быть в пределах 0,6 от уровня летучих, остаточная влажность не более 3,5%.

Из бункера готового угольного порошка – топливо лопастным углепитателем производительностью 12,5 т/час подаётся в печь. Подача

топлива осуществляется через форсунку, расположенную в воздушной трубе, идущей от вентилятора высокого давления, подающего первичный воздух (отходящие газы из мельницы) с температурой до 70°C.

Пылеулавливающие аппараты за печью – электрофильтры печей №3,4,5 температура на входе №3,№4 = 150-230°C до 330°C, №5 = 160-250°C до 330°C. На Выходе №3,№4 = 130-180°C, №5 = 160-250°C. Запыленность на входе не более 50г/м³, на выходе на печи №3 = 0,1г/м³, печь №4 = 0,07г/м³, печь №5 0,07г/м³.

Цех «Помол» предназначен для получения конечного продукта – портландцемента, который изготавливается совместным помолом клинкера, природного гипса и активной минеральной добавки – в заданных соотношениях.

Портландцементы подразделяются на бездобавочные и с активными минеральными добавками. Бездобавочные цементы получают совместным помолом клинкера и природного гипса. Цемент с активной минеральной добавкой получают совместным помолом клинкера, гипса и заданного количества (не более 20% от массы цемента) активной минеральной добавки.

Цех «Помол» включает в себя следующие отделения:

- отделение цементных мельниц;
- объединённый склад клинкера, гипса и граншлака;
- открытый склад для хранения шлака.

Отделение цементных мельниц цеха «Помол» условно подразделяется на 3 части. Отделение №1 включает в себя 2 мельницы №4 и 5, отделение №2 - оборудовано также 2^{мя} мельницами №6 и 7. Эти 4 мельницы находятся в одном здании под общей кровлей и отделены друг от друга перегородкой. В цехе имеется мельница №8, которая построена намного позднее, установлена на открытой площадке рядом с отделением мельниц №4 и 5.

Мельницы №4 и 5 работают по замкнутому циклу помола, мельницы № 6, 7 и 8 – по открытому. Кроме того, мельницы №4 и 5 отличаются от №6, 7 и 8 типоразмерами, производительностью, типами приводов и разгрузок.

Мельницы имеют различное количество бункеров. Мельницы № 4 и 5, предназначенные для помола бездобавочного цемента, имеют по 3 бункера – для клинкера и гипса, 1 - резервный. Мельницы № 6, 7, производящие портландцемент с минеральной добавкой, оснащены каждая 3^{мя} бункерами – для клинкера, гипса и граншлака. Мельница №8, построенная по упрощённому проекту, имеет всего один бункер, через который подаётся совместно клинкер и добавки.

Схема помола цемента с открытым циклом предусматривает однократное прохождение размалываемого материала через мельницу. Смесь клинкера и добавок через загрузочную точку входящей цапфы поступает в первую камеру мельницы, продвигаясь по ней материал измельчается за счёт воздействия на него мелющих тел примерно до остатка 20-30% на сите № 008, далее через разделяющую решётку – поступает во 2^ю камеру, где

измельчается до готового продукта, который через выходную решётку и разгрузочную точку выходящей цапфы выходит из мельницы.

Помол по замкнутому циклу отличается тем, что мельница работает совместно с сепараторами. Поэтому помол поданного материала и прошедшего через мельницу аналогично описанному выше, не заканчивается полной выдачей готового продукта. Весь материал, прошедший через мельницу элеваторами подаётся в сепараторы, в которых происходит разделение его на готовый продукт и недомолотый – крупку. Крупка из сепаратора возвращается в мельницу и домалывается совместно с партией вновь поступившего в мельницу материала.

Для измельчения материала в мельницах используются мелющие тела – стальные шары с размерами в диаметре от 40 до 100 мм и чугунные цилиндры – цельпёбс. Шары предназначены для грубого помола цемента, который осуществляется в 1^{ой} камере мельницы, и цельпёбс для тонкого измельчения – во 2^{ой} камере мельницы. В сепараторных мельницах (замкнутого цикла) цельпёбс во 2^{ой} камере, как правило, заменяется на шар с малым диаметром – 40 мм.

В мельницах открытого цикла мелющая (шаровая) загрузка 1-ой камеры представляет собой смесь в заданных соотношениях шаров размером от Ø 60 до 100 мм. Основной качественной характеристикой мелющей загрузки является средневзвешенный шар, величина которого подбирается в зависимости от твёрдости (размалываемости) материала и его крупности. Измельчение материалов в 1-ой камере мельницы происходит за счёт ударов падающих шаров. При вращении барабана мельницы, увлекаемые им шары и материал, поднимаются на некоторую высоту, затем под воздействием собственного веса отрываются от корпуса и падают, создавая непрерывный «водопад». Поэтому, режим работы первой камеры называется водопадным. Большую роль в создании оптимального по размолоспособности режима играет бронефутеровка мельницы. Своими выступами, неровностями в виде каблучков, полок она способствует большей высоте подъёма шаров, т.е. большей их кинетической энергии. Помол материала происходит при падении шаров и соударении их между собой и корпусом мельницы. Чем сильнее это соударение, тем эффективнее размол попадающего между ними материала.

Характер измельчения материала во 2^{ой} камере отличается от 1^{ой}. Вторая камера мельницы отфутерована гладкими бронеплитами. Поэтому, подъём массы цельпёбса осуществляется только за счёт вращения барабана мельницы. На определённой высоте цельпёбс начинает соскальзывать вниз, образуя постоянный «каскад». Перекатываясь, цельпёбс истирает материал, до готового продукта при прохождении его от начала камеры к выходу из неё. Режим измельчения во 2^{ой} камере мельницы называется каскадным.

Как указывалось выше, материал непрерывно поступает через загрузочную цапфу мельницы и выходит в виде готового продукта в другом конце мельницы. Продвижению его по мельнице способствует не только её вращение, но и разрежение, которое создаётся центробежным вентилятором.

Таким образом, через мельницу постоянно просасывается воздух, создавая в ней аэродинамический режим и обеспечивая ей вентиляцию (аспирацию). Аспирационный воздух из мельниц поступает на очистку в фильтры – из мельниц:

- №4 – рукавный фильтр;
- №5 – I ступень - циклон, II ступень – рукавный фильтр;
- №6,7 – I ступень – аспирационная шахта, II ступень – рукавный фильтр;
- №8 – I ступень – аспирационная шахта, газоход Ø800 мм, II ступень – электрофильтр.

Уловленная пыль транспортируется в приёмные бункеры пневмонасосов, а очищенный воздух выбрасывается в атмосферу.

Пройдя через мельницы, полученный готовый продукт – цемент поступает в пневмонасосы – пневмокамерные - у мельниц 4, 5, 6, 7 и пневмовинтовой – у мельницы 8. Из пневмонасосов цемент по цементопроводам транспортируется в цементные силосы цеха «Упаковочный».

Приём, хранение и упаковку цемента на предприятии осуществляет «Упаковочный» цех.

В состав цеха «**Упаковочный**» входит следующее:

- Основной частью цеха является отделение цементных силосов, приспособленное для приёма и отгрузки цемента навалом и в таре. Для отгрузки цемента в таре в отделении цементных силосов имеется упаковочная машина для затаривания цемента в бумажную мешкотару и установка для упаковки цемента в мягкие контейнеры.
- Склад готовой продукции для хранения поддонов с цементом в бумажной таре и МКР.
- Автовесовая.
- Склад для МКР с гаражом.
- Металлический ангар для хранения запчастей.

Отделение цементных силосов включает в себя 12 силосов с Ø10м, высотой 26м, ёмкостью с учётом пустоты 2779 т и рабочей ёмкостью 2500 т цемента каждый. (объёмная масса – $1,4 \text{ т/м}^3$)

Из силосов ведётся загрузка цемента россыпью в железнодорожные вагоны - цементовозы и в автоцементовозы и упаковка в бумажные мешки и МКР. Упакованный цемент может также отгружаться в крытых железнодорожных вагонах и автотранспортом. Силосы приспособлены для мобильной отгрузки цемента как в железнодорожный, так и автомобильный транспорт россыпью и в упаковке.

2.2 Обоснование выбора состава сырьевой смеси.

Таблица 2.4 - Химический состав и характеристика сырьевых материалов

Содержание оксидов	Основные сырьевые материалы		Зола топлива	Корректирующие добавки	
	Известняк	Глина		Огарки	Кварциты
П.п.п.	39,59	6,26	-	4,38	-
SiO ₂	7,30	62,53	53,99	14,79	97,50
Al ₂ O ₃	1,97	17,15	24,49	3,60	0,78
Fe ₂ O ₃	1,11	6,56	9,46	64,74	0,91
CaO	48,75	4,56	3,48	3,68	0,19
MgO	0,85	1,06	5,35	1,53	0,25
SO ₃	0,09	0,20	1,88	6,52	0,06
R ₂ O	0,35	1,14	1,06	0,58	0,08
Σ	100,01	99,55	99,71	99,79	99,77
n	2,37	2,64	1,59		
p	1,77	2,61	2,59		
Титр	88,87				

Средняя естественная влажность сырьевых материалов для расчетов:

Известняк – 1,0; Глина – 19,2; Огарки – 13,2; Кварциты – 1,2;

Граншлак – 8,9; Гипс – 9,9.

Расход сырьевых материалов принят в проекте на основе данных завода с учетом нормативных потерь:

Таблица 2.5 - Расчетный расход сухих сырьевых материалов на 1 т клинкера, %:

Наименование материалов	Единица Измерения	Норма
1. Сухое сырье (шлам), всего, в том числе:	т/т клинкера	1,53
1.1 известняк	т/т клинкера	1,31

1.2. глина	т/т клинкера	0,15
1.3. Огарки (шлак – отход сернокислотного производства для цементной промышленности)	т/т клинкера	0,040
1.4. Кварцитосодержащий щебень	т/т клинкера	0,030

Таблица 2.6 - Требования к качеству углей

Марка	Класс	Содержание, %				Низшая теплотворная способность, ккал/кг
		влага общая на рабочую массу, не более	зола средняя на сухую массу, не более	выход летучих веществ на сухую массу	сера общая на сухое состояние, не более	
Длиннопламенный	рядовой	14,5	20,0	32-42	0,5	5000-5500
Тощий	рядовой	10,0	20,0	9-12	0,5	6000-7000
Форсуночный		3,5	16,0-22,0	19,0-27,0	0,5	5300-5500

Таблица 2.7 - Химическая характеристика граншлака

Содержание оксидов, %									КК
SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃	R ₂ O	TiO ₂	Σ	
36,29	14,20	0,75	36,03	10,27	1,29	0,88	0,29	100,0	1,63

Природный гипс – ОАО «Нукутский гипсовый карьер», Иркутской обл., Заларинское месторождение.

Используется природный гипс 3 - 4 сорта с содержанием не менее 70% CaSO₄×2H₂O.

Крупность кусков – 60-300 мм, реже дробленный 0 - 60 мм.

Заключение.

1. В ходе данного проекта был произведён расчёт материального баланса цементного завода производительностью 800000 т в год, работающего по мокрому способу.
2. Проведён расчёт форсуночного топлива. Калорийность данной смеси 22626 кДж/кг.
3. Расход топлива на технологические нужды завода составляет (с учетом потерь) 22,24 т/ч.
4. Произведён тепловой расчёт угольной мельницы. Производительность мельнице по абсолютно сухому материалу составит 9800 кг/ч. На основании чего было выбрано следующие оборудование:
 - Угольная мельница «Полизиус» ФРГ размером 2,4 * 4,4м, производительностью 10 т/ч.
 - Дутьевой вентилятор для подачи воздуха ВД- 4 .
 - Вентилятор ВД-6.
 - Сепаратор воздушно-проходной.
 - Циклон типа ЦН-15.
 - Тарельчатый питатель типа ДЛ-10.
5. Данный проект является экономически выгодным, так как прибыль предприятия составляет свыше 137469,43тыс. руб, а срок окупаемости капитальных вложений - 1 год.
6. Разработаны мероприятия по безопасным методам работы, защите окружающей среды от производственных выбросов.