

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

---

Институт Институт электронного обучения  
Направление подготовки Химическая технология тугоплавких неметаллических и силикатных материалов  
Кафедра ТСН

**БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА**

Тема работы
Проект реконструкции цеха обжига ООО «Топкинский цемент». Молотковая дробилка

УДК 621.926-048.35.001.6:666.94.05

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-4Г12	Волков Валерий Михайлович		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Митина Н.А.	К.т.н		

**КОНСУЛЬТАНТЫ:**

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Тухфатулина Л.Р.	Канд.филос.наук		

По разделу «Социальная ответственность»

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

**ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:**

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доктор	Погребенков В. М.	К.т.н.		

Томск – 2016 г

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

Институт Институт электронного обучения  
Направление подготовки (специальность) Химическая технология тугоплавких  
неметаллических и силикатных материалов  
Кафедра технологии силикатов и наноматериалов

УТВЕРЖДАЮ:  
Зав. кафедрой  
Погребенков В.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
3-4Г12	Волкову Валерию Михайловичу

Тема работы:

Проект реконструкции цеха обжига ООО «Топкинский цемент». Молотковая дробилка	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	16.03.2016 г. №2002/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:**

<b>Исходные данные к работе</b> <i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i>	Объекта исследования является, реконструкция цеха обжига ООО «Топкинского цемента». Производительность предприятия по цементу 3700000 т/год. Производство: непрерывное, круглогодичное.
--	---

<p><b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b></p> <p><i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<p>Рассмотрение теории дробления.          Выполнение расчетов сырьевой смеси, материального баланса и основных параметров молотковой дробилки.          Разработка мероприятий по безопасным методам работы и защиты окружающей среды.          Анализ экономической эффективности реконструкции цеха.</p>
<p><b>Перечень графического материала</b></p> <p><i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<p>1. Технологическая схема производства портландцемента ООО «Топкинский цемент»          2. Молотковая дробилка СМ-170Б.          3. План цеха «Обжиг»</p>

**Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы**

*(с указанием разделов)*

Раздел	Консультант
Социальная ответственность	Федорчук Ю.М.
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Тухватулина Л.Р.

**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
Доцент	Митина Н.А.	К.т.н		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-4Г12	Волков Валерий Михайлович		

**ПЛАНИРУЕМЫ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ  
ПО ООП 18.03.01 (240100) ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ**

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)	Требования ФГОС ВПО, критериев и/или заинтересованных сторон
<i>Профессиональные компетенции</i>		
P1	Применять базовые и специальные, математические, естественнонаучные, социально-экономические и профессиональные знания в профессиональной деятельности	Требования ФГОС (ПК-1,2,3,19,20), Критерий 5 АИОР (п.1.1)
P2	Применять знания в области современных химических технологий для решения производственных задач	Требования ФГОС (ПК-7,11,17,18, ОК-8), Критерий 5 АИОР (пп.1.1,1.2)
P3	Ставить и решать задачи производственного анализа, связанные с созданием и переработкой материалов с использованием моделирования объектов и процессов химической технологии	Требования ФГОС (ПК-1,5,8,9, ОК-2,3), Критерий 5 АИОР (пп.1.2)
P4	Разрабатывать технологические процессы, проектировать и использовать новое оборудование химической технологии	Требования ФГОС (ПК-11,26,27,28), Критерий 5 АИОР (п.1.3)
P5	Проводить теоретические и экспериментальные исследования в области современных химических технологий	Требования ФГОС (ПК-4,21,22,23,24,25, ОК-4,6), Критерий 5 АИОР (п.1.4)
P6	Внедрять, эксплуатировать и обслуживать современное высокотехнологичное оборудование, обеспечивать его высокую эффективность, соблюдать правила охраны здоровья и безопасности труда на химико-технологическом производстве, выполнять требования по защите окружающей среды.	Требования ФГОС (ПК-6,10,12,13,14,15, 16 ОК-6,13,15), Критерий 5 АИОР (п.1.5)
<i>Общекультурные компетенции</i>		
P7	Демонстрировать знания социальных, этических и культурных аспектов профессиональной деятельности.	Требования ФГОС (ОК-5,9,10,11), Критерий 5 АИОР (пп.2.4,2.5)
P8	Самостоятельно учиться и непрерывно повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности.	Требования ФГОС (ОК-1,2,7,8,12), Критерий 5 АИОР (2.6)
P9	<i>Активно владеть иностранным языком</i> на уровне, позволяющем разрабатывать документацию, презентовать результаты профессиональной деятельности.	Требования ФГОС (ОК-14), Критерий 5 АИОР (п.2.2)
P10	Эффективно работать индивидуально и в коллективе, демонстрировать ответственность за результаты работы и готовность следовать корпоративной культуре организации.	Требования ФГОС (ОК-3,4), Критерий 5 АИОР (пп.1.6, 2.3)

## РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа \_\_\_\_\_ 95 \_\_\_\_\_ с., \_\_\_\_\_ 7 \_\_\_\_\_ рис., \_\_\_\_\_ 38 \_\_\_\_\_ табл.,  
\_\_\_\_\_ 11 \_\_\_\_\_ источников, \_\_\_\_\_ 2 \_\_\_\_\_ прил.

Ключевые слова: \_\_\_\_\_ цемент, дробилка, клинкер, обжиг, завод \_\_\_\_\_

Объектом исследования является (ются) \_\_\_\_\_ Реконструкция цеха обжига ООО  
«Гопкинский цемент»

Цель работы – \_\_\_\_\_ снизить энергозатраты на помол клинкера \_\_\_\_\_

В процессе исследования проводились \_\_\_\_\_ расчеты сырьевой смеси, материального  
баланса, расчет основных параметров молотковой дробилки, экономический расчет

В результате исследования \_\_\_\_\_ изучена теория дробления, рассмотрена схема  
автоматизации процесса обжига сырьевой смеси, разработаны мероприятия по охране  
окружающей \_\_\_\_\_

Основные конструктивные, технологические и технико-эксплуатационные  
характеристики: \_\_\_\_\_ молотковая дробилка СМ-170Б, размер ротора 1300x1600 мм,  
производительность до 200 т/ч, мощность электродвигателя 250 кВт \_\_\_\_\_

Степень внедрения: \_\_\_\_\_ средняя \_\_\_\_\_

Область применения: \_\_\_\_\_ заводы по производству цемента \_\_\_\_\_

Экономическая эффективность/значимость работы \_\_\_\_\_ работа направлена на снижение  
себестоимости одной тонны цемента

В будущем планируется \_\_\_\_\_ внедрение технологии на предприятия по производству  
цемента \_\_\_\_\_

## Определения

**Цемент-** искусственное неорганическое вяжущее вещество, при взаимодействии с водой, водными растворами и другими жидкостями, образует пластичную массу, которая твердеет и превращается в камневидное тело.

**Обжиг-** высокотемпературная термическая обработка материалов или изделий с целью изменения их фазового и химического состава и повышения прочности и плотности, снижение пористости.

**Цементный клинкер-** продукт, полученный в результате обжига сырьевой смеси.

**Коэффициент насыщения (КН)-** характеризует неполноту насыщения кремнезема оксидом кальция в процессе клинкерообразования.

**Степень измельчения, дробления ( $i$ )-** показатель измельчения материала, численно равный отношению диаметра кусков материала до дробления к диаметрам кусков после дробления.

## Содержание

Введение.....	9
1.Общая часть.....	10
1.1 Техничко-экономическое обоснование реконструкции цеха «Обжиг».....	10
1.2 Теория дробления.....	11
2.Технологическая часть.....	15
2.1 Ассортимент готовой продукции .....	15
2.2 Требования предъявляемые к ассортименту.....	16
2.3 Характеристика исходных материалов.....	17
2.4 Технологическая схема производства портландцемента.....	20
2.5 Технологическая схема цеха «Обжиг» после реконструкции .....	21
2.6 Организация технологического контроля и карта технологического контроля.....	22
3.Расчетная часть.....	26
3.1 Расчет сырьевой смеси.....	26
3.2 Расчет материального баланса.....	34
3.3 Расчет основных параметров молотковой дробилки.....	48
3.4 Подбор оборудования после реконструкции. Краткая характеристика молотковой дробилки.....	51
4.Автоматизация технологического процесса.....	53
4.1 Значение автоматизации в повышении качества клинкера.....	53
4.2 Система автоматизации обжига.....	54
5.Строительная часть.....	58
5.1 Краткая характеристика здания цеха и его детали.....	58
5.2 Промышленная эстетика .....	58
6.Социальная ответственность.....	62
6.1 Производственная санитария.....	62
6.1.1 Метеорологические условия производственной среды.....	63
6.1.2 Защита от шума и вибрации.....	64
6.1.3 Освещение производственных помещений.....	65
6.2 Безопасность технологического процесса.....	68
6.3 Электробезопасность.....	69
6.4 Пожарная безопасность.....	70
6.5 Охрана окружающей среды.....	71
6.6 Чрезвычайные ситуации.....	72
6.7 Нормативно-техническая документация.....	73
7.Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение....	75
7.1 Экономическая часть.....	75
7.1.1 Расчет материальных затрат.....	77
7.2 Расчет себестоимости продукции.....	84
7.3 Расчет цены продукции.....	86

7.4 Анализ безубыточности.....	87
7.5 Анализ экономической эффективности.....	89
7.6 Техничко-экономические показатели .....	90
Заключение.....	92
Список литературы.....	93
Приложение №1 Технологическая схема производства цемента.....	94
Приложение №2 Технологическая схема цеха «Обжиг».....	95



## Введение

Цемент является одним из базовых строительных материалов. В качестве вяжущего компонента, цемент применяют для производства бетона, железобетонных конструкций, в различных строительных смесях. Широкое применение цемента приходится в строительстве новых сооружений, реконструкции зданий, строительство дорог, а также для производства панелей, строительных блоков, плитки, и многих других изделий.

На сегодняшний день в России насчитывается 63 цементных заводов. Многие предприятия не работают в полную мощность, так как износ оборудования составляет 70%.

Цементная промышленность находится в кризисном состоянии. Большинство заводов не в состоянии применять мероприятия по перевооружению оборудования, а тем более переход на более экономичный способ производства «сухой».

Более 90% цемента в России производится мокрым способом, наиболее энергоемким. В большей степени это связано сырьевой базой, так как сырье, применяемое предприятиями, имеет высокую природную влажность. Такой способ производства приводит к высокой себестоимости производимого цемента.

Себестоимость цемента примерно на 75% состоит из затрат на приготовление клинкера. С целью снижения затрат на производство цемента можно применив новые технологии. Так для снижения расхода топлива на обжиг сырьевой смеси, можно путем введения разжижателей для снижения влаги шлама. Приготовление сырьевой смеси и цемента в замкнутом цикле, также позволит снизить энергозатраты.

Целью данной работы, является реконструкция цеха «Обжиг» ООО «Топкинский цемент», а именно установка оборудования для дробления клинкера. Это позволит снизить затраты на помол клинкера в цехе «Помол», и увеличить производительность цемента.

## **1 Общая часть**

### **1.1 Техничко-экономическое обоснование реконструкции цеха «Обжиг»**

Цех «Обжиг» ООО «Топкинский цемент» расположен в г. Топки, Кемеровской обл.

В целях защиты населения от пыли и других вредных веществ цементный завод располагается в 3 км от города и 1,5 км от его окраины и 28 км от областного центра.

Сырьевой базой ООО «Топкинский цемент» является Соломинское месторождение известняков и глин, находится в 5 км от завода.

Корректирующими добавками являются железосодержащие отходы анилинокрасочного производства – трифолин, г. Кемерово. В качестве гидравлической добавки используется гранулированный шлак ОАО «Финнарт Сиб», г. Новокузнецк. В качестве регулятора сроков схватывания цемента применяется- гипсовый камень ОАО «Ергач». Технологическое топлив- газ ООО «Кузбассрегионгаз». Энергоснабжение предприятия предусмотрено от системы ОАО «Кузбассэнерго» г. Кемерово. Для хозяйственно-питьевых нужд применяют воду из скважин. Сжатый воздух поступает из собственной компрессорной, расположенной на предприятии. Отгрузка готовой продукции осуществляется железнодорожным транспортом завода.

В цехе «Обжиг» установлено 5 вращающихся печей. Средняя производительность по цеху 75 тонн клинкера в час. Согласно материальному балансу производительность цеха составила 3060000 тонн клинкера в год.

Целью реконструкции цеха «Обжиг» является, установка дробильного оборудования в колосниковые холодильники, для дробления клинкера. Это позволит повысить интенсивность помола клинкера в цехе «Помол», снизить энергзатраты на помол клинкера. А также уменьшить простои оборудования, связанные с периодическим сходом обмазки из зоны спекания и охлаждения печи.

## 1.2 Теория дробления

Процесс дробления зависит от многих факторов. Невозможно заранее предусмотреть размер готового продукта. Это связано с тем, что происходит дробление одновременно крупных кусков материала и какого-то количества мелочи. Или же дробление начинается спустя какое-то время после неоднократного воздействия молотков на кусок материала.

Степень дробления или измельчения, является качественным показателем процесса дробления материала. Определяется по формуле:

$$i = \frac{D}{d}, \quad (1.1)$$

где  $D$ - максимальный размер кусков исходного материала;

$d$ - размер кусков после дробления.

Способы дробления (измельчения) различны. В зависимости от деформации материала, разрушения можно разделить на:

- а) разрушение раздавливанием материала;
- б) разрушение раскалыванием куска;
- в) разрушение изломом;
- г) разрушение истиранием;
- д) разрушение ударом.

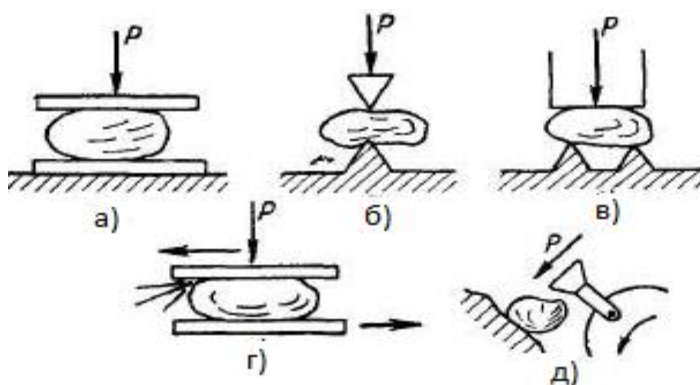


Рисунок 1- Основные методы дробления материала

Выбор способа дробления зависит от физико- механических свойств материала:

- размер исходного куска;
- твердость;
- хрупкость;
- гранулометрический состав;
- конечный размер готового продукта. [7]

Дробление материала в молотковых дробилках происходит за счет разрушения ударом и раскалывания куска, что позволяет достичь наиболее мелкого измельчения. [5]

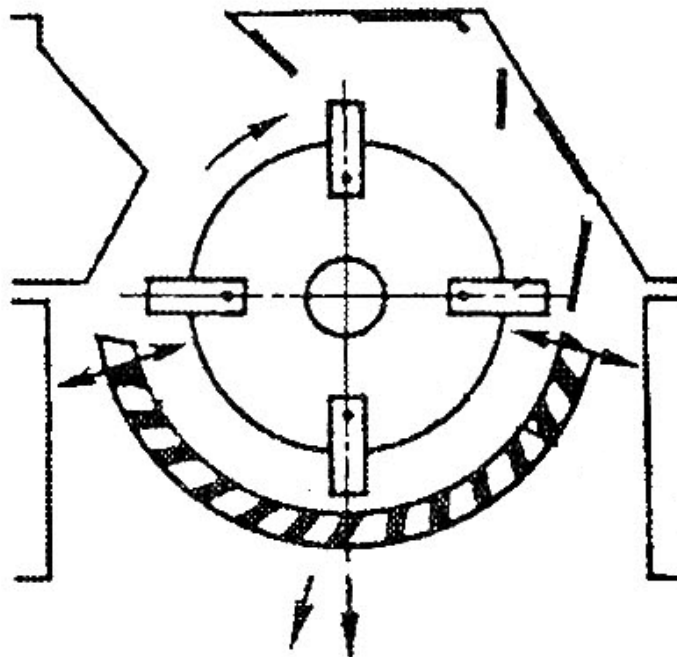


Рисунок 2 – Молотковая дробилка

Внутри корпуса молотковой дробилки расположен ротор с насаженными на него молотками. Под действием центробежных сил, при вращении ротора, молотки вытягиваются в радиальном направлении и с силой ударяют, разрушая куски материала.

Расколотый материал подает на колосниковую решетку, через которую проходит только тот материал, частицы которого меньше отверстий решетки. Материал, не прошедший через колосниковую решетку, подвергается повторному дроблению (удару и растиранию).

Производительность молотковых дробилок, зависит от ширины щелей колосниковой решетки. То есть при работе без колосниковой решетки, производительность увеличится, но крупность дробленого материала увеличится. [5]

Сложность процесса дробления, привела к появлению гипотез дробления.

«Поверхностная» гипотеза, была разработана П. Риттингером, в 1867 году:

$$A = K\Delta F, \quad (1.2)$$

где  $K$  – коэффициент пропорциональности;

$\Delta F$  – приращение поверхности.

Окончательная теория имела следующий вид:

$$A = K_R (i - 1) \times Q / D_{cp}. \quad (1.3)$$

«Объемная» гипотеза, была предложена Кирпичевым В.Л. в 1874 году, а позже в 1885 году Ф. Киком:

$$A = K_K \times Q \lg \frac{D_{cp}}{d_{cp}}. \quad (1.4)$$

Формулу расхода энергии при измельчении, предложил в 1940 П. Ребиндер:

$$A = K\Delta V + \sigma\Delta F, \quad (1.5)$$

где  $K, \sigma$  - коэффициенты пропорциональности;

$\Delta V$  – деформированный объем;

$\Delta F$  – вновь образованная поверхность.

В 1949 году был предложен третий закон Ф. Бондом:

$$dA = K_B d(\sqrt{VF}), \quad (1.6)$$

где  $K_B$  – коэффициент пропорциональности.