

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

Институт _ИДО_____

Направление подготовки __Химическая технология тугоплавких неметаллических и силикатных материалов и изделий_____

Кафедра _ТСН_____

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Проект реконструкция цеха обжига «ООО Топкинский цемент».Клинкерный холодильник

УДК _621.565.9-048.35.001.6:666.94.05_____

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-4Г12	Кобышев Евгений Александрович		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор кафедры ТСН	Митина Н.А	Доцент, к.т.н		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор каф. менеджмента	Тухватулина Л.Р	Доцент		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор каф.ЭБЖ	Федорчук Ю.М	Доцент		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата

ТСН	Погребенков В.Н.	Доктор т.н.		
-----	------------------	-------------	--	--

Томск – 2016__ г.

**ПЛАНИРУЕМЫЕ 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	Активно владеть иностранным языком 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)

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

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	Кобышеву Евгению Александровичу

Тема работы:

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

Срок сдачи студентом выполненной работы:

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе

(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

Объекта исследования является, реконструкция цеха обжига ООО «Топкинского цемента». Производительность предприятия по цементу 3700000 т/год. Производство: непрерывное, круглогодичное.

анализ и т. д.).		
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>		Выполнение расчетов сырьевой смеси, материального баланса. Разработка мероприятий по безопасным методам работы и защиты окружающей среды. Анализ экономической эффективности реконструкции цеха.
Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>		1. Технологическая схема производства портландцемента ООО «Топкинский цемент» 2. Клинкерный холодильник. 3. План цеха «Обжиг»
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i>		
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	Кобышев Евгений Александрович		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа _____ 92 _____ с., _____ 5 _____ рис., 34
_____ табл., _____ 10 _____ источников, _____ 1 _____ прил.

Ключевые слова: расчет, колосниковый холодильник, реконструкция, клинкерный холодильник, ВКР

Объектом исследования является (ются) Клинкерный холодильник

Цель работы – Реконструкция цеха обжига «ООО Топкинский цемент»

В процессе исследования проводились расчеты и аналитика Расчет сырьевой смеси, расчет материального баланса, расчет клинкерного холодильника

В результате исследования был подобран клинкерный холодильник «Волга-75С»

Основные конструктивные, технологические и технико-эксплуатационные характеристики: клинкерный холодильник «Волга-75С», производительность 75 т/ч

Степень внедрения: средняя

Область применения: заводы по производству цемента.

Экономическая эффективность/значимость работы проект эффективен

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.

Оглавление

Введение	9	
1 Объект и методы исследования	10	
1.1 Теоретические сведения о процессе охлаждения клинкера	10	
1.2 Характеристика исходного сырья	11	
1.3 Ассортимент выпускаемой продукции	14	
1.4 Разработка технологической схемы и описание технологического процесса	17	
2 Расчет и аналитика	20	
2.1 Расчет состава сырьевой смеси	20	
2.2 Расчет материального баланса	28	
3 Результаты проведенного исследования	45	
3.1 Описание устройства и работы клинкерного холодильника	47	
3.2 Расчет клинкерного холодильника		
4 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	50	
5 Социальная ответственность	71	
Заключение		87
Список используемых источников		88
Приложение 1-Удельные нормы расходов материалов	89	

Введение

Обоженный клинкер после обжига на выходе из вращающейся печи имеет температуру более 1000°C . Чтобы снизить температуру клинкера для дальнейшей транспортировки и переработки его охлаждают в специальных установках- холодильниках. Совместно с клинкером из печи уносится большое количество тепла, которое нужно частично вернуть в печь. С каждым килограммом клинкера выносится из печи около 320 ккал, что составляет около 15% всего тепла которое затрачивается на обжиг 1 кг клинкера при мокром способе производства. Установка холодильников на выходе из вращающейся печи осуществляется для того, чтобы охлаждать клинкер до регламентируемой температуры ($50 - 80^{\circ}\text{C}$) и обеспечить возврат в печь небольшую часть исходящего от клинкера тепла.

Охлаждение клинкера нужно осуществлять резко и быстро, с помощью перепада температур между клинкером и охлаждающим агентом. Перепад температур между клинкером и охлаждающим агентом благоприятно влияет на качество клинкера и его размолоспособность. Холодильники бывают различных конструкций: барабанные, рекуператорные, колосниковые. В печных агрегатах широкое применение получили колосниковые холодильники.

За счет конструкции колосникового холодильника происходит большая подача воздуха, чем это требуется по условиям сгорания топлива.

В колосниковом холодильнике через слой раскалённого клинкера, движущегося по колосниковой решётке, которая является одновременно и транспортным средством, продувается холодный воздух, который возвращается в печь, для поддержания горения топлива. В колосниковых холодильниках, основными преимуществами являются: эффективный обмен тепла между охлаждаемым материалом и охлаждающим воздухом, высокий тепловой к.п.д., который значительно уменьшает расход топлива на обжиг, а

также высокая степень охлаждения материала, позволяющая направлять его на дальнейшую технологическую переработку.

Данный курсовой проект ориентирован на колосниковый холодильник типа «Волга - 75С».

1 Объект и методы исследования

1.1 Теоретические сведения о процессе охлаждения клинкера

Обжигаемый материал после зоны спекания переходит в зону охлаждения. Жидкая фаза присутствует в материале примерно до 1300°C , далее продолжается реакция усвоения окиси кальция с образованием C_3S . Спекание заканчивается когда жидкая фаза застывает. Зоной охлаждения, называется тот последний участок печи, где полученный клинкер охлаждается воздухом от 1300°C до температуры $1000\text{--}1100^{\circ}\text{C}$.

В зоне охлаждения клинкера с 1450 до 1300°C жидкая фаза застывает в нем в виде стекла, и происходит кристаллизация C_3A , C_4AF и в виде периклаза MgO . От скорости охлаждения материала после того как он вышел из зоны спекания, зависит степень закристаллизованности расплава.

Также в зависимости от того с какой скоростью охлаждается клинкер изменяется не только содержание стекловидной массы, но и размеры периклаза MgO .

Клинкер после охлаждения в основном состоит из алита и белита и промежуточных веществ, в которое входят стекло и минералы плавни, также в виде кристаллов окиси магния и кальция.

Когда охлаждение клинкера проходит медленно образуются крупные кристаллы окиси магния, вызывающие неравномерность изменения объема цемента. При быстром охлаждении клинкера большое количество окиси магния остается в стекле и переходит в мелкокристаллическое состояние, поэтому не оказывает отрицательного влияния на равномерное изменение объема цемента при твердении.

Из клинкера который охлаждается медленно обычно получается цемент с пониженной активностью, объясняется это низким содержанием стекловидной фазы. Повышенной сульфатостойкостью обладает цемент с высоким содержанием стекла, из за снижения в нем трехкальциевого алюмината. Это

учитывается при выборе клинкера для изготовления сульфатостойких цементов. Также эти цементы характеризуются повышенной экзотермией.

3 Результаты проведенного исследования

Вращающаяся печь 5х185м дает 70,0 т клинкера в час. 5 печи позволят добиться необходимой мощности цеха при нужном коэффициенте их использования:

$$K_{и}=2849000/(5\cdot70\cdot8160) = 0,93$$

Техническая характеристика вращающейся печи

Показатель	5*185
Производительность, т/ч	70
Число опор	7
Уклон печи, %	3,5
Частота вращения печи от главного привода, об/мин	06-1,24
Мощность электродвигателя главного привода, кВт	250*2
Масса печи, т	2500

Для обеспечения производительности печи по клинкеру которая составляет 70т/ч необходимо установить колосниковый холодильник в

количестве 5 штук типа «Волга-75С» производительностью 75 т/час в замен колосникового холодильника «Волга-50С»

Сравнительная характеристика колосникового холодильника «Волга-75С» с «Волга-50С»

Показатель	«Волга-50С»	«Волга-75С»
Производительность по клинкеру, т/ч	50	75
Температура клинкера, К:		
На входе в охладитель, не более	1550	1550
На выходе из охладителя	370	370
Размеры колосниковой решетки, м		
Длина	16,6	16,6
ширина	3,36	4,2
Площадь решетки, м ²	56	69,7
Частота перемещения передвижных колосников, ход/мин	8-16	8-16
Ход подвижных колосников, мм	150	150
Удельный расход:		
охлаждающего воздуха, м ³ /кг	2,5-3,5	2,5-3,5
электроэнергии на охлаждение клинкера, кВт*ч/т	8-12	8-12
Масса, т	190	245

3.1 Описание устройства и работы клинкерного холодильника «Волга-75С»

Колосниковый клинкерный холодильник состоит из следующих основных узлов: колосниковой решётки 1, металлического корпуса 2, отфутерованного огнеупорным материалом, скребковых конвейеров 10 и дробилки 7. Основание холодильника является несущим элементом, которое состоит из металлических блоков 14, связанных между собой поперечными стенками, разделяющие основание на четыре камеры. Верхнее пространство над колосниковой решёткой разделено на две зоны: холодную 5 и горячую 3 перегородкой 4. Колосниковая решётка состоит из чередующихся между собой колосников: подвижных 12 и неподвижных 13, изготовленных из жаростойкой износостойчивой стали. Подвижная часть колосниковой решётки состоит из шести тележек 11, связанных продольными балками в две секции. Секция опирается на восемь опорных катков. На тележках закреплены подвижные балки с подвижными колосниками. Неподвижные колосники смонтированы на неподвижных балках, опирающихся на поперечные балки, которые крепятся к блокам основания. Каждая секция имеет индивидуальный привод 8, 15, состоящий из электродвигателя, редуктора, кривошипно шатунного механизма и приводного вала. Привод обеспечивает 7 – 20 двойных ходов, в минуту (ход – 150 мм). Плавность возвратно – поступательного движения обеспечивается маховиками и мембранными муфтами.

При работе холодильника клинкер из разгрузочного конца поступает в головную часть холодильника на дробящую решётку 16 и равномерно распределяется по ширине колосниковой решётки. Передвигаясь по колосниковой решётке, клинкер охлаждается воздухом, проходит разгрузочную решётку 6. Крупные куски клинкера измельчаются дробилкой 7, затем клинкер через шлюзовые затворы 9 выходит из холодильника. Мелкие частицы клинкера, провалившиеся вниз через щели колосников, убираются скребковыми транспортёрами. Перемещение клинкера по колосниковой

решётке производится следующим образом. Подвижные колосники при движении вперёд своими торцами проталкивают клинкер, находящийся на неподвижных колосниках. При движении же подвижных колосников назад слой клинкера, находящийся на них, упирается в торец неподвижных колосников, что и обеспечивает перемещение клинкера вперёд на подвижных колосниках. При движении клинкера происходит также и его перемешивание, что способствует лучшему охлаждению. Толщина слоя клинкера на колосниковой решётке 150 – 350 мм.

При одинарном подсосе холодный воздух подаётся одновременно во все четыре камеры холодильника, проходит через решётки и слой клинкера. Более нагретый воздух подаётся во вращающуюся печь, холодный воздух — в пылеосадительные устройства и через дымосос и трубу выходит в атмосферу.

Температура клинкера, поступающего в печь около 10000С, выходящего из холодильника — 50 – 800С.

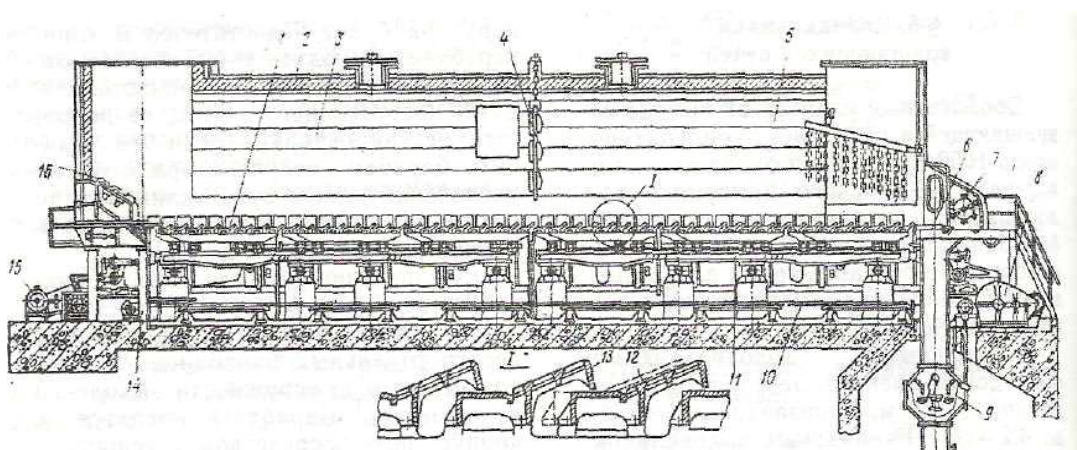


Рисунок 1. Колосниковый холодильник

Колосники закреплены на несущей системе подвижных и неподвижных подколосниковых балок. Охлаждаемый клинкер в результате возврата —

поступательного движения подвижных колосников, получающих движение от электродвигателя через редуктор и кривошипно – шатунный механизм, перемещается по решётке. Для прохода охлаждающего воздуха колосники имеют щелевые отверстия шириной 5 – 6 мм.

Воздух, пройдя колосниковую решётку и слой горячего клинкера, нагревается и поступает в печь; избыточный воздух через патрубок в холодной зоне кожуха направляется на очистку в пылеулавливающую установку – электрофильтр или циклон и затем выбрасывается в атмосферу.

3.2 Расчет клинкерного холодильника

Определение размеров колосниковой решетки

Процесс охлаждения обожженного клинкера в колосниковом охладителе в тепловом и аэромеханическом отношении сложен и зависит от многих факторов. Эксплуатация, а также длительный опыт применения охладителей переталкивающего типа подтверждают, что нормальная работа охладителей обеспечивается тогда, когда площадь колосниковой решетки численно примерно равна производительности охладителя.

Приведя соотношения к более удобной и компактной степенной форме получим:

Ширина колосниковой решетки:

$$B=0.735 Q_x^{0.35}$$

где: Q_x -производительность охладителя клинкера, т/ч

$$B=0.735*75^{0.35}=3.33\text{м}$$

Длина колосниковой решетки

$$L=2.635*Q_x^{0.5}$$

$$L=2.635*75^{0.5}=22.82\text{м}$$

Площадь колосниковой решетки

$$F=1.935Q_x^{0.85}$$

$$F=1.935*75^{0.85}=75.94\text{м}$$

В соответствии с таблицей $B=4.2\text{м}$, $L=16.6\text{м}$, $F=69.7\text{м}$

Расчет мощности привода колосниковой решетки и частоты ходов колосников.

Частота ходов подвижных колосников определяется:

$$n_k=0.66\frac{Qx}{B}$$

$$n_k=0.66\frac{75}{4.2}\approx 12 \text{ ход/мин.}$$

Мощность привода колосниковой решетки определяется:

$$N_k=0.1QL_khf_k$$

$$N_k=0.1*75*8*0.15*0.7\approx 6 \text{ кВт}$$

Для учета не поддающихся теоретическому расчету энергозатрат на преодоление сопротивлений заклинившихся частиц клинкера в зазорах между колосниками мощность N_k увеличивают в 2,5...3,5 раза:

$$N_{пр}=N_k*3=6*3=18 \text{ кВт}$$