

**МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО
СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН**

ТАШКЕНТСКИЙ ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

На правах рукописи

УДК 666.7.965.2

АМАНТУРДИЕВ МАХМУДЖОН КУРБОНОВИЧ

**СОЗДАНИЕ КОНСТРУКЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ УСТАНОВКИ И
ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЦЕХА ПРОИЗВОДСТВА ГИДРООКИСИ
КАЛЬЦИЯ**

ДИССЕРТАЦИЯ

На соискание степени магистра

**по специальности: 5А 320305-Машины и аппараты химических
производств и предприятий строительных материалов**

Научный руководитель

к.т.н. доцент.

Абдусаттаров Ш.М.

Ташкент-2017

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
ГЛАВА 1. ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР	
1.1. Технология получения строительной извести.....	6
1.2. Основы обжига извести.....	7
1.4. Схема получения строительной воздушной извести	33
1.5. Механизмы для гашения извести.....	38
1.6. Выводы по главе.....	45
ГЛАВА 2. ПОЛУЧЕНИЯ СТРОИТЕЛЬНОЙ ВОЗДУШНОЙ ИЗВЕСТИ	
2.1. Гашение извести.....	47
2.2. Технологическая часть Характеристика сырьевых материалов, полуфабрикатов и топлива	51
2.3. Технологическая схема производства комовой извести.....	54
2.4. Выводы по главе.....	58
ГЛАВА 3. РАЗРАБОТКА НОВОЙ КОНСТРУКЦИИ ПРОИЗВОДСТВА ГИДРООКИСИ КАЛЬЦИЯ	
3.1. Стационарное изготовление пушонки.....	59
3.2. Расчет математического баланса.....	60
3.3. Конструкция «Агрегата для гашения извести», установленного в пространстве холодильника.....	69
3.4. Заключение.....	71
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	

ВВЕДЕНИЕ

Основной целью экономических реформ в Узбекистане в условиях формирования и развития рыночных экономических отношений, как подчеркнул Президент Узбекистана Ислам Каримов, является, «...наиболее полное освоение собственных ресурсов при обеспечении экологической чистоты производства. Узбекистан, как ни одна страна Центральной Азии, располагает развитым научно-техническим потенциалом, сильной экспериментальной и производственной базой.

В настоящее время в Республике Узбекистан в связи с выполнением Программы локализации и интенсивным развитием промышленности, комплексное исследование местных сырьевых ресурсов и разработка новых современных оборудований и механизмов с конкурентоспособными показателями, необходимые для производства современных строительных материалов, отличающиеся ресурс и энергосберегающими свойствами имеет огромное значение.

В связи с этим в условиях современной экономики для насыщения рынка отечественными товарами, которые наделаны свойствами энергосбережения и доступностью для массового потребления разработка технологий и освоения производства машин и механизмов для их производства приобретает особые значения.[1.2]

Актуальность работы. К настоящему времени наиболее экономичные в плане затрат топлива режимы работы печи для обжига известняка на производствах подбираются эмпирическим путем. Построение математических моделей химических реакторов и компьютерное экспериментирование на их основе - это новый, развивающийся, метод повышения эффективности различных химико-технологических процессов. При наличии модели, адекватно описывающей процессы в химических реакторах, можно проводить компьютерные эксперименты, занимающие незначительный объем компьютерного количество времени. Таким образом,

основываясь на результатах большого количества результатов расчета, можно выбрать наиболее выгодные режимы эксплуатации печей.

Целью работы является:

1. построение математической модели процесса обжига известняка в вращающейся печи.
2. исследование зависимости распределений термохимических и гидродинамических параметров внутри печи от начальных параметров сырья и топлива (массовые расходы, размеры, влажности).
3. построение математической модели процесса гашения в новом холодильном устройстве.
3. анализ полученных результатов, установление закономерностей, поиск вариантов, обеспечивающих полное гашение извести.

В то же время достичь простоты и долговечности конструкции и тем самым существенно снизить стоимости установки.

Практическая ценность работы заключается в установлении закономерностей распределения термохимических и гидродинамических параметров в холодильном аппарате для гашения извести. Работа может служить теоретической основой для анализа функционирования, совершенствования конструкции и определения оптимальных параметров печи и холодильника режимов ее эксплуатации, а так же прогнозирования параметров образующейся негашеной и гашеной извести и возможных осложнений в процессе эксплуатации.

Объектом исследования выбраны – негашёная известь, гашеная известь.

Научная новизна - разработке новой конструкции технологической установки, предназначенной превращения извести в гидроксид кальция в вращающемся холодильнике в процессе получения извести в самой технологической линии.

Методы исследований – химический анализ, тепловой и гидрохимический расчет.

Основные результаты выполненной работы. Достоверность полученных результатов основана на использовании фундаментальных уравнений механики и молекулярные, с учетом специфики процесса обжига известняка и гашения извести, сопоставлении численных результатов со значениями параметров на входе и выходе реактора, полученных путем прямых измерений в действующих аппаратах. Полученные в работе распределения основных параметров совпадают с их качественным описанием, приведенным в литературе.

Структура диссертационной работы. Диссертация изложена на 75 страницах, иллюстрируется 8 рисунками, 2 диаграммами, 12 таблицами. Включает в себя введение, 3 главы, заключение и список использованной литературы из наименований.

Опубликованные работы. По теме диссертационной работы было опубликовано 4 статей и тезисов в местных и международных научных журналах и сборниках.

ГЛАВА I. ОБЗОР ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ИЗВЕСТИ.

Технология получения строительной извести

Известь – это общее название продуктов, изготавливаемых из известняка. По назначению выделяют технологическую и строительную известь. Первую применяют при различных видах производства: в металлургии, химической и пищевой промышленности (добавляют в сахар, дезинфицирующие вещества, бумагу, целлюлозу). Строительную известь используют для побелки зданий, изготовления известковых растворов и т. д. Для сырья используют различные осадочные породы: известняки (мраморные, плотные тонкозернистые, оолитовые), мел, доломиты. Чаще всего применяют плотные известняки.

Известь, вяжущий материал, получаемый обжигом и последствие, Переработкой известняка, мела и др. известково-магнезиальных горных пород. Чистая известь – бесцветный продукт; плохо растворяется в воде (около 0,1% при 20°C); плотность около 3,4 г/см³. В зависимости от химического состава и условий твердения, известь подразделяет на воздушную, твердеющую в воздушно-сухих условиях, и гидравлическую, которая твердеет на воздухе и в воде. Воздушную известь получают обжигом известняка с малым содержанием глины (до 8%) при 1100-1300°C в шахтных или вращающихся обжиговых печах. При этом карбонаты, входящие в состав породы, разлагаются, например: $\text{CaCO}_3: \text{CaO} + \text{CO}_2$. В зависимости от содержания в породе MgO различают следующие виды извести: кальциевую (содержит до 5% по массе MgO), магнезиальную (5-20%) и доломитовую (20-40%). В зависимости от способа обработки обожженного продукта получают негашеную комовую (кипелка), негашеную молотую и гашеную (гидратную) известь, или пушонку, а также известковое тесто. Первая представляет собой смесь кусков различные величины, образующихся после грубого помола продукта обжига. По химическому составу она состоит из CaO и MgO с небольшой примесью неразложившегося при обжиге CaCO₃, а также из силикатов, алюминатов и ферратов кальция. Негашеная молотая известь -

продукт тонкого помола комовой извести. Гашеная известь - высокодисперсный сухой порошок, получаемый взаимодействием комовой или молотой негашеной извести с небольшим количеством воды или пара (гашением); состоит примеси из $\text{Ca}(\text{OH})_2$ и $\text{Mg}(\text{OH})_2$ с примесью CaCO_3 . При гашении известь большим количеством воды образуется пластичная тестообразная масса, теоритическое названное известковое тесто. Активность воздушной извести как вяжущего материала определяется общим содержанием оксидов Ca и Mg. Наибольшей активностью обладает кальциевая известь, содержащая 93-97% оксидов. Высококачественная сорта известь ("жирная известь") характеризуются большим выходом известкового теста (больше 3,5 л на 1 кг негашеной извести.); чем выше выход теста, тем оно пластичнее и может принять большее кол-во песка при приготовлении строительных растворов, известь с низким выходом известкового теста называется "тощей". По скорости гашения различают быстрогасящуюся (длительность процесса не более 8 мин), средне гасящуюся (не более 25 мин) и медленно гасящуюся известь (более 25 мин). За скорость гашения принимается время от момента смешивания порошка извести с водой до момента достижения максимальной температуры смеси. Твердение воздушной извести происходит в результате испарения воды и кристаллизации $\text{Ca}(\text{OH})_2$ из насыщенного водного раствора, а также при взаимодействии с CO_2 воздуха с образованием кристаллов CaCO_3 . Воздушную известь применяют для изготовления вяжущих строительных растворов, предназначенных для наземной кладки кирпича, искусственной камней и штукатурки, а также при получении известково-шлаковых, известково-пуццолановых и другие смешанных вяжущих[3-4].

Основы обжига извести

Производство извести состоит в обжиге известняков; этот процесс ведется в печах различных систем. В зависимости от химического и минералогического состава сырья, его структуры и плотности, режима и температуры обжига может быть получена известь с различными

свойствами. Вопросом обжига известняков занимались многие ученые, но до настоящего времени ряд теоретических и практических вопросов производства извести еще не нашел общепризнанного решения. Это объясняется не столько недостатком исследований и практического опыта, сколько сложностью решаемых вопросов. В настоящей статье дается краткий обзор современного состояния производства извести в объеме, необходимом для решения вопросов, связанных с производством известково-песчаных изделий. Конечной целью обжига известняка является получение высококачественной извести. Но известь применяется в качестве сырья во многих различных технологических процессах, поэтому требования, предъявляемые к высококачественной извести, весьма различны и нередко даже противоречивы. Таково положение в производстве известково-песчаных изделий. Для приготовления смесей для плотных силикатных изделий требуется полностью погашенная известь. В этом случае одним из основных требований, предъявляемых к качеству извести, является большая скорость гашения. В производстве же ячеистых изделий часть извести должна гаситься в формах и связывать избыток воды, необходимый для формования. Здесь слишком большая скорость гашения извести будет сказываться отрицательно, т. к. смесь начнет загустевать уже в мешалке, что затруднит последующее формование. Кроме обычных примесей, в известняке в незначительном количестве содержатся различные химические соединения, которые могут оказывать существенное влияние на процесс обжига. В течение последних десятилетий в этой области были сделаны некоторые интересные наблюдения. Процесс обжига извести зависит не столько от химического состава известняка и температуры обжига, как полагали раньше, сколько от структуры известняка (зерновой, кристаллической, величины кристаллов). Однако это еще далеко не все, что необходимо учитывать для выработки режима обжига.[5]

При высоких температурах углекислый кальций разлагается следующим образом: $\text{CaCO}_3 = \text{CaO} + \text{CO}_2$

(равенства молекулярных весов), т. е. выделяется углекислый газ в количестве 44% от веса исходного вещества и образуется окись кальция в количестве 56%. Удельный вес кристаллического углекислого кальция (известкового шпата) равен $2,72 \text{ г/см}^3$, а окиси кальция — $2,75 \div 3,40 \text{ г/сл}^3$. Если представить углекислый кальцин в виде сплошного кристалла и взять его весом в 1 кг, то занимаемый им объем составит 0,37 л. Вес извести, получающейся из 1 кг карбоната, будет 0,56 кг. Соответственно этому весу известь должна занять объем, равный 0,20—0,16 л. В действительности же при разложении углекислого кальция расчетного уменьшения объема не происходит, и хотя известь, получающаяся при обжиге, является пористым продуктом, значительной усадки ее не наблюдается. При разложении карбоната из одной молекулы углекислого кальция получается одна молекула углекислого газа. Один моль (грамм-молекула) газа при нормальных условиях (760 мм рт. ст., 0°) занимает объем 22,4 л. Так как вес 1 моля углекислого кальция составляет 100 г, то из 1 кг CaCO_3 получается 224 л углекислого газа. Этот подсчет говорит о значительном объеме выделяющегося газа и показывает, насколько плотно «упакованы» молекулы CO_2 в составе карбоната. При температурах обжига извести 900—1200 $^\circ$ объем выделяющегося углекислого газа доходит до 962—1200 литров. Кроме того, к CO_2 присоединяются значительные объемы газообразных продуктов горения, а также азота и кислорода из расходуемого на горение и избыточного воздуха. На диаграмме, составленной В. Н. Юнгом (рис. 2), показан состав отходящих газов. Если при обжиге извести полное сгорание топлива (теоретически) происходит при минимально требуемом количестве воздуха, то выходящие из печей газы содержат 49% CO_2 и 51% азота (рис. 1).

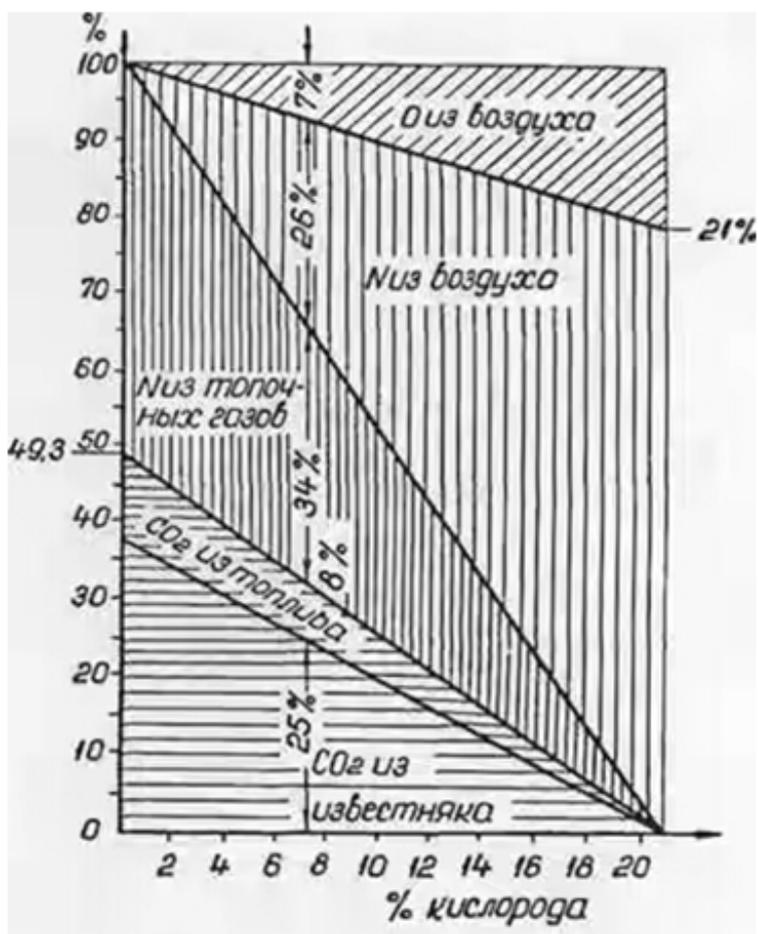


Рис.1.1 диаграмма состава отходящих газов в зависимости от избытка воздуха при топливе данного состава. (На оси абсцисс – процентное содержание кислорода в отходящих газах.)

Если, например, в выходящих из печей газах содержится 7% кислорода, то CO₂, полученного от разложения карбоната, лишь — 25%. В таком случае при обжиге 1 кг извести при 1200°С общее количество выходящих из печей газов составит около 5000 литров (без учета потерь тепла от теплопроводности печен и от излучения). В действительности же, в зависимости от конструкции печен, по этим причинам теряется 40—80% тепла. Учитывая это, объем практически проходящих через печь газов в 5—10 раз превышает объем углекислого газа, выделяющегося при разложении углекислого кальция.[6]

Процесс обжига известняка выражается следующим термохимическим уравнением: $\text{CaCO}_3 + 425 \text{ ккал} = \text{CaO} + \text{CO}_2$

Для разложения одного килограмма CaCO_3 , требуется 425 ккал тепла. При подсчете количества тепла, потребного для обжига известняка, следует учитывать еще и такие расходы тепла:

1. испарение содержащейся в сырье влаги;
2. тепло, уносимое отходящими газами;
3. излучение тепла через стейки печи;
4. тепло, уходящее из печи вместе с выгружаемой остывающей известью.

Процесс диссоциации углекислого кальция представляет собой обратимую реакцию, которая может идти в том и другом направлении, в зависимости от температуры и парциального давления CO_2 в окружающей среде. Чтобы реакция шла в нужном направлении, необходимо снижать парциальное давление углекислого газа удалением его из печи с помощью естественном или искусственной тяги, а также повышением температуры.

Если рассмотреть данные состава печных газов, можно установить, что известняк при температуре 850°C , и в особенности при температуре 900°C , может полностью разложиться, так как при температуре 850°C парциальное давление углекислого газа составляет 400 мм рт. ст. Этому соответствует содержание CO_2 в окружающей газовой среде, несколько превышающее 50%. Между тем, из практики известно, что ни 850°C , ни 900°C не являются температурами обжига извести в обычных печах. Как указывает А. А. Байков, причины различия температур обжига следующие: 1) неодинаковое физическое состояние сырья; 2) присутствие посторонних веществ, образующих с CaCO_3 твердые растворы (MgCO_3 и FeCO_3); 3) наличие шлакующих примесей (SiO_2 , Al_2O_3 ; Fe_2O_3). Исследования показали, что MgCO_3 разлагается при нормальном давлении при температуре $640\text{—}660^\circ\text{C}$. Разложение доломита происходит этапами: при температуре $734\text{—}736^\circ\text{C}$ разлагается MgCO_3 , причем, первоначально доломит разлагается на CaCO_3 и MgCO_3 , вследствие чего MgCO_3 при обжиге доломита разлагается при температуре, превышающей температуру разложения чистого магнезита на 100° . Затем при температуре $904\text{—}906^\circ\text{C}$ происходит разложение CaCO_3 .

Во время обжига известняк, поглощая тепло, превращается в известь. После удаления из известняка CO_2 , образующаяся известь получается пористой и имеет сравнительно низкую теплопроводность. Каждый образующийся слон извести является как бы теплоизолирующим слоем, задерживающим передачу тепла в глубь обжигаемого известняка. Чем толще слой извести, тем больше сопротивление для проникновения тепла в глубь обжигаемого куска материала, т. е. более высокие температуры нужны для эффективной передачи тепла в глубину куска известняка для полного разложения углекислого кальция. Поэтому в производстве извести обжиг известняков ведется при более высоких температурах по сравнению с медленным разложением карбоната в лабораторных условиях, когда исследованию подвергаются небольшие количества материала и скорость обжига не имеет практического значения.[8]

Практика показала, что количество извести зависит также от срока достижения температуры диссоциации. В. Муррей нашел, что при обжиге чистого кальцита известь получается более активной при медленном повышении температуры. Высказывались мнения, что большое значение имеет также кривая повышения температуры. Было замечено, что на качество извести влияет также ее охлаждение.

Выход известкового теста и его пластичность при быстром охлаждении после обжига были выше, чем при медленном.

При обжиге важно, чтобы свободная CO_2 удалялась из печи по возможности быстро, так как высокое парциальное давление углекислого газа препятствует процессу. Высказывались мнения, что обжиг известняков под вакуумом должен дать экономию топлива и известь более высокого качества. Но вакуумирование процесса обжига во всем объеме обжигаемого известняка невозможно. Углекислый газ должен выходить из куска известняка через очень мелкие поры, внутри же камня практически всегда имеется 100-процентная атмосфера CO_2 и более высокое давление. По этой причине и вследствие высокой теплоизоляционной способности пористых слоев

известняка декарбонизация внутри куска продолжается значительно дольше, чем в поверхностных слоях. Чем большие куски предполагается обжигать в экономично приемлемые сроки, тем более высокие температуры придется применять. Но, как известно, высокие температуры обжига обычно сопровождаются ухудшением качества извести.[9]

В течение одного промежутка времени при одинаковых условиях мелкие куски известняка разложатся во всей толще, в то время как в ядре более крупных кусков диссоциация может еще не закончиться. Поэтому желательно обжигать куски примерно одинаковой величины. В. Азбе для обычного индийского известняка вывел зависимость между температурой обжига, объемом куска известняка кубической формы и временем, расходуемым на обжиг (прогрев и декарбонизация).

Исследовательская работа В. Азбе дает исчерпывающие данные также и о влиянии скорости выходящего газа, о форме кусков извести и других факторах, влияющих на процесс обжига.[10]

Для экономии топлива при обжиге и снижения температуры выходящих из печи газов Б. И. Китаев рекомендует пользоваться только высококалорийным топливом или добавлять кислород в воздух, идущий на горение. В обоих случаях достигается уменьшение содержания тепла в газах и повышение температуры их горения. Следует также отметить влияние водяного пара, содержащегося в печных газах, на скорость разложения известняка. Это влияние состоит не только в снижении концентрации углекислого газа в печи. По мнению Юнга, водяной пар каталитически влияет на ускорение разложения карбонатов. Действительно, увлажненный известняк обжигает легче и лучше, чем сухой. Однако введение в печь вместе с воздушным дутьем водяного пара соответствующего эффекта не дает.[11]

Самые чистые известняки (исключая мрамор) содержат 2—3% примесей—главным образом кремнезема и глинистых веществ. Наличие веществ в массе карбоната иногда резко сказывается на качестве получаемой извести, ее свойствах, а иногда и на процессе обжига. При обжиге известняка высокие

температуры, доводящие обжигаемый материал до значительного спекания, не применяются. Однако содержащиеся в известняке примеси и при применяющихся температурах обжига могут вступать в реакцию с окисью кальция в твердом состоянии. Характер этих реакций еще мало изучен. Но поскольку они происходят в первую очередь на поверхности и затем распространяются в глубь материала, то взаимное расположение компонентов реакции имеет существенное значение. С повышением температуры увеличивается молекулярно-кинетическое движение в кристаллической решетке, способствующее выделению молекул из решетки и их диффузии в другие решетки. Такие перемещения молекул в решетке могут произойти до выделения углекислого газа. Чем плотнее известь, получаемая после обжига, тем она крупнозернистее, тем труднее гасится. Если известь обожжена до спекания отдельных частиц в крупные плотные куски, она не впитывает в себя воду, слабо реагирует с ней на поверхности и практически не гасится. По данным О. Руффа чистая (без примесей) СаО начинает плавиться лишь при температуре 2858°С. Поэтому в практике известняки, дающие «намертво обожженную» известь, не встречаются. Явления спекания известей наблюдаются при относительно низких температурах обжига — 1100—1200°С. Обычно спекание происходит только на поверхности, не проникая внутрь куска извести, чему способствуют различные примеси на поверхности известняка. а также зола топлива. На процессы обжига известняка значительное влияние оказывает его плотность и величина кристаллов.[12]

Крупнокристаллические известняки поддаются обжигу труднее, чем мелкокристаллические. Трудно обжигаются и мелкозернистые известняки малой твердости, например, мел. Теплопроводность плотного известняка в 4—5 раз превышает теплопроводность мела. От температуры обжига зависит также механическая прочность извести. Чем выше температура обжига, тем выше прочность извести. Это следует учитывать при складировании, хранении и транспортировке последней.

На Опытном заводе в г. Таллине было произведено несколько электронно-микроскопических наблюдений структуры обожженных известнен. Рассматривавшийся пробы (навески порошка и мелкие кусочки) обжигались в лабораторной муфельной печи в платиновом тигле. Повышение температуры производилось со скоростью 6° в минуту. Пробы, обожженные по заданному режиму, помещались в горячем состоянии в изолятор. Препараты изготовлялись и рассматривались немедленно после остывания проб. При повышении температуры до 900°C углы кристаллов порошка чистого карбоната кальция закруглились, но общая форма и величина кристаллов, в основном, сохранялась. Взвешивание пробы определило, что около 18% CaCO_3 диссоциировалось. Этими опытами показана зависимость результатов обжига известняка от величины частиц обжигаемого материала. Приведенный материал показывает, что при относительно низких температурах диссоциации спекание тонких частиц извести происходит в сравнительно большом объеме: при этом куски извести сохраняют пористую структуру. При высоких температурах обжига спекание пористых агрегатов продолжается и пористость уменьшается, т. н. «намертво-обожженные» извести, неспособные гаситься в обычных условиях.

Процессу спекания способствуют содержащиеся в известняке примеси, например, SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 и др., которые реагируют с известью в твердой фазе.

Из вышесказанного следует, что резкие колебания свойств извести зависят от сырьевых материалов и режимов обжига. Однако дезинтеграторная обработка при производстве силикатных изделий во многом способствует повышению степени однородности извести.[13]

Печи для обжига известняка

Обжиг извести производится в печах различных типов.

1. Напольные печи — простейшие, старого типа применение их временное. Строительство не требует капитальных затрат и дефицитных строительных материалов (шамотного кирпича, металлических конструкции и т. д.).

Существенные недостатки таких печей:

а) неполное сгорание и большой расход топлива; б) большая трудоемкость операций и тяжелые условия труда рабочих, обслуживающих печи; в) низкая производительность; г) низкое качество и неоднородность продукции, вследствие недожога и пережога отдельных кусков извести. 2. Кольцевые печи — непрерывно действующие, предназначенные для обжига красного кирпича и извести установки.

Известняк укладывается вручную, аналогично укладке кирпича-сырца. т. к. эту работу трудно механизировать. Не механизирована и выгрузка извести из печи. Качество получаемой извести довольно высокое. Обжиг известняка, в сравнении с обжигом в других печах, более «мягкий». В настоящее время печи такой конструкции строятся редко, т. к. в них не механизированы основные производственные процессы.

3. Шахтные печи для обжига известняка являются наиболее распространенными. В зависимости от вида применяемого топлива и способа его сжигания они делятся на пересыпные и газовые.

В пересыпных печах известняк вместе с топливом загружается в шахту печи через верхние загрузочные люки и по мере выгрузки из печи обожженной извести постепенно опускается, проходя зоны прогрева, обжига и охлаждения. Топливо, опускаясь вниз, сгорает, выделяя тепло, необходимое для обжига известняка. Газы удаляются через газоотвод, а обожженная известь выгружается с помощью специального выгрузочного механизма.

Воздух, необходимый для горения топлива, поступает в печь снизу. В зоне охлаждения он нагревается от соприкосновения с горячей известью, которая при этом охлаждается. Благодаря противоточному теплообменному принципу, при котором для подогрева свежезагруженного известняка и топлива используется теплота отходящих газов, а также теплота горячей извести для подогрева необходимого для сжигания топлива воздуха, расход топлива в шахтных пересыпных печах меньше, чем в печах других типов.

Пересыпные печи просты по конструкции и надежны в эксплуатации.

Недостатки этих печей: необходимость применения только короткопламенных видов топлива; сжигание длиннопламенного топлива в шахтных печах связано с неполным использованием его калорийности. Обожженная известь разгружается вместе с золой, шлаком и несгоревшим топливом, что снижает качество извести.

При обжиге топливо непосредственно соприкасается с известняком, в результате чего между содержащимися в золе различными окисями и известью могут иметь место реакции в твердой фазе, образующие трудногасящиеся соединения и снижающие качество извести. Имеется большое количество различного местного длиннопламенного топлива, которое может быть использовано для обжига извести только в газовых печах. Поэтому последние более распространены, чем пересыпные печи. Газовые печи по способу сжигания топлива разделяются на печи с выносными топками полного сгорания, с выносными топками неполного сгорания (полугазовый способ) и работающие на генераторном газе. Известняк загружается отдельно через верх печи, а раскаленный газ и несгоревшее топливо вводятся в шахту печи примерно на уровне $1/3$ высоты от низа последней.

В печах полного сгорания с выносными топками реакция горения проходит полностью, для чего слой топлива держится невысоким и в топку подается достаточное для горения количество воздуха. Известь обжигается раскаленными топочными газами, поступающими в печь из топки, с температурой $1000\text{—}1200^\circ\text{C}$. При полугазовых печах топливо сжигается в топках не полностью, горение его продолжается в самой шахте печи, куда дополнительно подают воздух. Обжиг извести полугазовым способом является переходным к обжигу на генераторном газе, получаемом в генераторах, расположенных вблизи печи.

Расход условного топлива на обжиг извести в пересыпных шахтных печах составляет $12\text{—}15\%$ от веса обожженной извести, или $840\text{—}1050$ ккал на 1 кг. В печах с топками полного сгорания расход топлива составляет $20\text{—}25\%$,

или 1400—1750 ккал на 1 кг; в печах с полугазовыми топками 18—20%, или 1200—1400 ккал на 1 кг; в газовых печах расход топлива равен расходу в полугазовых печах или несколько превышает его. Производительность шахтных печей колеблется от 15 до 150 г в сутки и зависит от рода печей, их размеров, а также от вида известняка и топлива. В зависимости от свойств материала и рабочего режима в шахтных печах можно получить высококачественную известь мягкого обжига. Для этих типов шахтных печей необходимо, чтобы загружаемый известняк имел по возможности одинаковую величину и форму кусков. Тогда процесс обжига извести проходит равномерно по всему поперечному сечению печи. Если в шахтную печь загружают куски известняка разной величины, то крупные осыпаются по стенкам печи, а мелкие остаются центре ее. Газы встречают в центре печи значительно большее сопротивление и движутся, главным образом, по стенкам печи. В результате этого куски известняка, находящиеся в центре, могут остаться не обожжёнными. Проходящие вдоль стен горячие газы пережигают находящиеся там куски известняка и быстро разрушают футеровку печи. При это одна и та же печь будет выдавать одновременно недожженную и пережженную известь.[14-17]

Такие извести затрудняют производство пеносиликальцитных изделий.

4. Вращающиеся печи используются для обжига дробленых материалов и шламов.

В зависимости от длины печи и качества топлива удельный расход тепла при обжиге известняка составляет 1800—2200 ккал на 1 кг извести и 2900—3300 ккал на 1 кг при обжиге известкового шлама.

К преимуществам вращающихся печей относятся: полная механизация работ, равномерность обжига и однородность зернового состава извести, возможность применения разнообразных видов топлива и обжига рыхлых и высоко влажных пород известняка.

К недостаткам вращающихся печей относятся: большой удельный расход топлива; значительный унос из печи и из холодильника пыли, для

улавливания которой требуется большой объем пыле отстойных камер; загрязнение извести золой при применении пылевидного топлива; образование вследствие присадки золы спекшейся пленки, затрудняющей гашение извести; большой процент пережога извести при применении жидкого топлива.

Несмотря на указанные недостатки, в таких странах, как в США, в последнее время новые предприятия известковой промышленности строятся с вращающимися печами, работающими, главным образом, на газе. Получаемая известь имеет высокое качество и значительно дешевле извести, обжигаемой в шахтных печах.

5. Обжиг известняка в кипящем слое представляет особый интерес. Он основан на интенсификации теплопередачи от газов к известняку путем увеличения поверхности их соприкосновения. Наиболее полная теплопередача будет в условиях, когда материал находится в полу взвешенном состоянии, как бы в виде кипящего слоя в потоке горячих газов.. Размельченный известняк размерами от 0,2 до 3,5 мм подается специальным питателем в реактор, который представляет собой металлический цилиндр диаметром 4 м и высотой 13,5 м, футерованный огнеупорным кирпичом. Он имеет четыре решетчатых куполообразных свода, выложенных из огнеупорного кирпича и разделяющих его по высоте на пять камер. Обжигаемая известь не может проходить через отверстия в сводах, разделяющих камеры реактора, т. к. этому препятствуют восходящие кверху токи газов. Камеры реактора соединяются между собой трубами из нержавеющей жароупорной стали, по которым перемещается обжигаемый известняк.

Практика показала, что такой обжиг может давать полную декарбонизацию известняка при температурах, близких к расчетным. Оптимальная температура обжига реактора — 900—1000°С. Этот способ позволяет получать известь мягкого обжига и однородного качества. Расход топлива в такой установке составляет 1200 ккал на 1 кг и почти равен расходу топлива

в мощных шахтных печах. Исследования А. И. Лукницкого показали, что обжиг известняка в кипящем слое на небольших установках экономичен. Поэтому при необходимости такой способ обжига может быть организован непосредственно на силикальцитном заводе.[18]

В Чехословакии разработано оригинальное решение обжига извести во взвешенном состоянии. Предусматривается частичная декарбонизация молотого в порошок известняка дымовыми газами в специальном трубопроводе и окончательный обжиг в небольшой вращающейся печи. Авторы считают этот способ обжига извести самым экономичным. В настоящее время установка проходит испытание. Обжиг в кипящем слое позволит готовить быстрогасящиеся извести из магнезиальных и доломитовых известняков. Они попользуются в производстве пено- и газосиликальцита.

Известь, применяемая в производстве известково-песчаных изделий

И. П. Гвоздарев считает, что известь, применяемая в производстве силикатного кирпича, должна быть жирной: содержание в ней свободной окиси кальция должно быть не менее 75%. Содержание окиси магния не должно превышать 2%. Суммарное содержание окиси кальция и окиси магния в извести, прокаленной до постоянного веса, должно быть не ниже 96%. Известь должна быстро гаситься; конец гашения извести должен наступать не позднее 30 мин. с момента погружения ее в калориметре в воду. Высокие требования предъявляет к извести ОСТ-5810 «Известь для силикатного кирпича».

В целях получения лучшей извести для силикатного кирпича известняк рекомендуется промывать до обжига.[19]

В производстве силикатного кирпича имеется опыт по применению различных магнезиальных и содержащих примеси известей. В 1901 г. проф. М. Глазенап обосновал возможность использования магнезиальных известей. По данным Х. Зегера и Е. Крамера для изготовления силикатного кирпича

лучшей оказалась известь мягкого обжига. Пережженная известь гасится трудно и при запаривании вызывает появление дефектов в изделиях. Общим показателем качества извести является ее способность гаситься. Чем лучше известь гасится, тем она более пригодна для производства силикатного кирпича. П. Бэссей придает химическому составу извести меньшее значение, чем ее способности гаситься. Высказывались мнения, что при высоких температурах обжига дефекты кристаллической решетки СаО уменьшаются и тем самым снижается реакционная способность и скорость гашения.

В 1900 годах в Голландии и Германии при производстве силикатного кирпича, изготовляемого на основе гидравлической извести, было отмечено, что он имел меньшую морозостойкость, чем кирпич, изготовляемый на основе кальциевой извести. Объясняли это тем, что в первом случае сырец начинал твердеть с поверхности еще до помещения его в автоклав. Предполагалось, что затвердевший до запаривания в автоклаве слой не соединяется с массой сырца и под действием атмосферных условий отслаивается. Такие утверждения были взяты под сомнение и позднейшие опыты их не подтвердили. Было выяснено, что сильно гидравлические извести, обожженные при специальных мягких режимах и тонко размолотые до гашения, вполне пригодны для изготовления силикатного кирпича. При применении гидравлической извести на поверхности силикатного кирпича образуется слой, твердеющий до запаривания. Он имеет меньшую теплопроводность, чем незатвердевшая масса. Поэтому, как показали наши исследования, если в начальный период запаривания в автоклаве будут допущены резкие колебания давления пара, в результате которых давление внутри изделий окажется выше давления в пространстве автоклава, в изделиях могут возникнуть поверхностные дефекты. При равномерном впуске пара и выдерживании давления пара без колебаний на поверхности изделий, изготовленных из гидравлических известей, не возникает дефектов, влияющих на их долговечность.[20]

В производстве имеется некоторый опыт применения и карбидных известей. Смешение песка и извести в обычных смесительных механизмах представляет большие трудности. Именно поэтому до последнего времени, несмотря на низкую стоимость, карбидная известь почти не применялась в производстве силикатного кирпича. При дезинтеграторном способе изготовления известково-песчаных изделий, где достигается идеальное смешение песка с известью любой влажности, и даже известковым молоком, вновь стал актуальным вопрос применения карбидной извести.

В последнее время в производстве силикатного кирпича стали применять один из побочных продуктов производства синтетического каучука, так наз. буна-известь. Для этого порошок буна-извести перемешивается в барабане с песком, а затем для лучшего смешения масса дополнительно обрабатывается на бегунах. При дезинтеграторном способе перемешивания песка и извести в барабане и бегунах не требуется.

Хотя вопросами применения магнезиальных известей для производства известково-песчаных изделий занимаются давно, использование их было очень ограничено, так как магнезиальные извести ни в силосах, ни в гасильных барабанах не гасятся до сохранения постоянства объема. Вопрос исследовался теоретически, и практически. Выяснилось, что при запаривании в автоклаве изделий, изготовленных из магнезиальных известей и песка, $Mg(OH)_2$ и SiO_2 соединяются между собой также, как $Ca(OH)_2$ и SiO_2 . Прочность изделий при этом получается не ниже прочности изделий, изготовленных из кальциевых известей. Оказалось, что если замешивать в смесь добавки трепела, тонко размельченной глины или молотого боя глиняного кирпича, можно получить силикатный кирпич удовлетворительного качества и из известей с большим содержанием магнезии. При этом рекомендуется значительно повысить тонкость помола магнезиальной извести и увеличить давление пара в гасильном барабане до 8 атм. Следует обратить серьезное внимание на обжиг магнезиальной извести. Наблюдения показали, что жесткий краткосрочный обжиг доломитового

известняка дает известь, которая быстро и полностью гасится при сравнительно умеренном режиме гашения. На заводе силикатного кирпича в Орше применяют магнезиальную известь для производства вибрированных изделий и пеносиликальцитных изделий с добавлением цемента. Имеются некоторые предложения по применению в производстве силикатного кирпича вместо извести других щелочных соединений, например, производить частичную замену извести окисью цинка. Но это оказалось неэкономичным. Соответствующими исследованиями показано, что окиси Fe_2O_3 , Al_2O_3 , Cr_2O_3 , MnO_2 , PbO_2 при запаривании реагируют с SiO_2 . При этом для повышения основности этих окисей в смесь добавляется едкий натрий.

Делались попытки изготовить в автоклаве искусственный камень из смесей молотого известняка, песка и едкого натрия при формовке изделия прессованием. Однако из-за высокой стоимости едкого натрия этот способ не нашел промышленного применения. Неэкономичным оказалось также предложение частично заменять известь цементом в производстве силикатного кирпича. При этом качество кирпича не повышается.

Имеется ряд исследований, касающихся применения извести для изготовления силикатного кирпича, но до настоящего времени нет сравнительных данных исследований влияния отдельных видов извести на свойства силикатных материалов. Поэтому нет и единой точки зрения по вопросу, какими свойствами должна обладать известь для производства силикатных изделий.[21,22]

Производственная практика показывает, что при изготовлении силикальцитных изделий дезинтеграторным способом возможно использование и низких сортов извести. Это подтверждается данными следующего опыта. Из одной и той же партии извести Раккеского, известкового завода (ЭССР) была отобрана крошка, содержащая сланцевую золу и прочие примеси, оставшиеся в ней при обжиге (проба III), был взят также крупный кусок известняка, декарбонизированного лишь с поверхности

на глубину около 15 мм. В последнем обожженную часть отделили от необожженной (сердцевины куска), получив соответственно пробы I и II. Данные активности и гашения этих проб по ГОСТу 9179-59 приводятся в таблице 1.1.

проба	Известь	Активность СаО	Скорость гашения, мин	Температура гашения °С
1	Чистая, обожжённая.....	88,2	12	70
2	Сердцевины.....	20,1	45	32
3	Крошка.....	40,0	103	32

В ходе опыта было установлено, что на гашение пробы III в автоклаве под давлением пара 4 атм. до постоянства объема было затрачено 2 часа. Постоянство же объема проб I и II было достигнуто при гашении в воле при обычной температуре. После гашения проб известей они были смешаны в лабораторном дезинтеграторе с песком карьера завода «Кварц».

Извести дозировались в таких пропорциях, чтобы все смеси содержали по возможности равные количества активной СаО. Из полученных трех смесей были приготовлены еще 4 смеси (табл. 3). Из семи полученных смесей были отформованы образцы с равным объемным весом 1.8 г/см³ и влажностью 8%. Запаривание производилось в промышленном автоклаве в течение 12-ти часов под давлением пара 8—9 атм, затем образцы испытывались на сжатие. Данные приведены в таблице 3.

В этой же таблице приведены расчетные прочности на сжатие, вычисленные по разработанной нами методике. Так как содержание активной извести в смесях значительно колебалось, то отношение расчетной и практически полученной прочности лучше характеризует качество применяемой извести, чем показатели прочности.

Таблица 1.2.

Обозначение смеси	Известь в смеси	Соотношение компонентов смеси		Активность смеси. СаО%	Предел прочности на сжатие кг/см ²	Расчетный предел прочности на сжатие кг/см ²	Отношение прочности
		песок	известь				
1	Известь1 (обожжённая)	88,6	11,4	8	390	369	106
2	Известь2 (сердечна)	57,3	42,7	8,5	243	384	63
3	Известь3 (крошка)	56,5	43,5	9,9	362	426	85
4	50% изв1 и 50% изв2	81,3	18,7	8,4	396	384	103
5	50% изв2 и 50% изв3	57,0	43,0	9,2	383	407	94
6	50% изв1 и 50% изв3	80,2	19,8	9,1	377	404	93
7	33%изв1и 33%изв2 и 33%изв3	76,3	23,7	8,9	406	398	102

Наименьшие прочности даст плохо обожженная известь [11].

Для получения одной и той же активности смеси ее расход составил 43,5% (табл.1.2). Примерно аналогичные показатели имеет известь (III), содержащая сланцевую золу и другие примеси. При низкой активности смеси, инертный материал, содержащийся в извести и замешиваемый в смесь, не имеет равного с песком значения в образовании монолита, что является причиной снижения прочности образцов. Так как содержащиеся в золе разные кислотные окислы SiO_2 , Al_2O_3 и др. в автоклаве при запаривании входят в соединение с известью и участвуют в образовании структуры монолита, то применение известен, богатых золой, не вызывает большого снижения относительной прочности. У недожженных известей инертная часть представляется, главным образом, в виде CaCO_3 , не являющейся активной по отношению к извести при запаривании. Применение таких известен обуславливает ухудшение структуры и снижение прочности изделий.

При дезинтеграторном способе производства, где в процессе подготовки смесей, ее составляющие подвергаются специальной механической обработке и гомогенизируются во взвешенном состоянии, прочности изделий из малоактивных смесей с плохо обожженными известями, содержащими примеси, вполне удовлетворяют практическим требованиям. На Опытном заводе в течение последних лет были произведены исследования пригодности 67 разных известей для производства силикальцитных изделий. Содержание в них СаО колебалось в пределах 46,2÷97,5%, содержание MgO — 0,4÷27,1%, содержание R₂O₃ — 1,8÷13,5%. Скорость гашения составляла от двух минут до нескольких часов, температура гашения от 20 до 95°. Все эти извести оказались пригодными для изготовления литых, вибрированных и прессованных силикальцитных изделий, смеси для которых приготавливались из гашеной извести. Плотные силикальцитные изделия хорошего качества изготовлялись даже из сланцевой золы пылевидного сжигания, в которой содержание активной СаО было ниже 20% [36]. При дезинтеграторном способе производства силикатных и силикальцитных изделий при применении малоактивных известей, содержащих примеси, следует обеспечить достаточность гашения извести с тем, чтобы смеси при запаривании сохранили постоянство объема.

При изготовлении пено- и газосиликальцитных изделий к качеству извести предъявляются более высокие требования. Кроме участия в образовании структуры монолита при запаривании, молотая известь должна гаситься в формах, благодаря чему уменьшается влажность сырца, и он густеет, приобретая прочность, достаточную для запаривания.

Из числа 67 исследованных известей лишь 3 оказались не пригодными для изготовления ячеистых силикальцитных изделий. Они содержали более 20% MgO. скорость их гашения превышала 1 час. а температура гашения была ниже 40°. [23,24]

Качество гашеной извести во многом зависит от работы гасильной установки и режима гашения. Пригодной является любая известь, если она загашена в

мере, предотвращающей образование дефектов в изделии. Дефекты появляются вследствие изменения объема сырца при гашении извести в автоклаве (в особенности при изготовлении прессуемых и др. изделий, формуемых при небольшой влажности).

Широкая производственная практика показала, что применение высокоактивных известей для изготовления силикальцитных изделий более экономично, чем малоактивных.

Отметим, что силикальцитные изделия можно изготавливать из извести весьма невысокой активности (например, из сланцевой золы пылевидного сжигания). Но на образование структуры изделий требуется определенное количество активной CaO , поэтому при малоактивных известях количество расходуемой извести возрастает. Пригодность известей, имеющих активность ниже 50%, рекомендуется проверять технологическими испытаниями.[25]

Некоторыми авторами высказывалось мнение, что при определении активности извести титрованием кислотой невозможно выявить действительное количество основного вещества, принимающего участие в реакции запаривания. Это подтверждает, и производственная практика Опытного завода при использовании малоактивных известей или сланцевой золы пылевидного сжигания. При применении малоактивных известей общее количество CaO в смеси может быть несколько меньше, чем при чистых известях.

Устройство для гашения извести, характеризующееся тем, что имеет камеру гидратации с загрузочным и разгрузочным отверстиями, вытяжную трубу с входным отверстием, нижней частью и камерой расширения, разбрызгиватель с соплом для истечения воды, установленный в камере расширения, средство охлаждения стенок камеры расширения для конденсации на них отходящих жидких частиц и сливной элемент. Сопло разбрызгивателя направлено радиально относительно оси вытяжной трубы с возможностью омыwania водой боковых стенок камеры расширения, нижняя

часть вытяжной трубы выполнена водосточной для стекания воды из камеры расширения. Сливной элемент установлен на нижней части вытяжной трубы с возможностью преобразования потока воды, стекающей с ее стенок, в вертикальную водяную завесу, расположенную перед сходным отверстием вытяжной трубы.[26]

Известно устройство для гашения извести, содержащее камеру гидратации с загрузочным и разгрузочным отверстиями, вытяжную трубу с входным отверстием, установленную над камерой гидратации, и разбрызгиватели воды. Камера гидратации имеет три расположенные друг над другом секции. В каждой секции установлен горизонтальный приводной вал с лопатками для перемешивания и транспортирования извести. Над загрузочным отверстием установлены бункер, для негашеной извести и дозатор. Разгрузочное отверстие образовано в нижней секции. В верхней части камеры гидратации размещены душевая камера и наклонный водосток. Разбрызгиватели установлены в душевой камере последовательно по ходу движения отходящих газов и в конусной нижней части вытяжной трубы. Все разбрызгиватели направлены своими соплами вертикально вниз. Вытяжная труба установлена над камерой гидратации и отводит отходящие газы за счет естественной тяги, образующейся в процессе гашения извести. Недостаток известного устройства состоит в низкой степени очистки отходящих газов вследствие того, что вода, истекающая из разбрызгивателей, контактирует с потоком отходящих газов только в процессе кратковременного вертикального падения и поглощает лишь малую часть твердых и жидких частиц извести, содержащихся в отходящих газах. Большая часть твердых и жидких частиц извести вместе в потоком отходящих газов поступает в камеру расширения, где частично оседает на ее стенках за счет резкого уменьшения скорости движения отходящих газов. Оставшиеся частицы извести выносятся в атмосферу через верхнюю часть вытяжной трубы. Другим недостатком устройства является его конструктивная сложность вследствие наличия душевой камеры и наклонного водостока,

установленных в камере гидратации. [6] П. П. Будниковым и Л. Г. Туликовой исследовалась теплота гидратации известей, полученных из мрамора, мела и известняка при температурах обжига 900°C, 1000°C, 1100°C и 1300°C. При помощи дифенилметанового калориметра они измеряли количество тепла, образующегося в процессе гашения, на основе которого определяли активность обожженной извести и ее зависимость от температуры обжига. Было установлено, что добавление солей в воду, используемую для гашения, вызывает ускорение процесса гашения. При этом наилучшие результаты дало применение гидрата окиси натрия и хлорида кальция. В качестве добавки они рекомендовали также хлорид магния. На рис.1.2 приводятся данные о количестве тепла, выделяемого при гашении извести с различными солевыми добавками.[27]

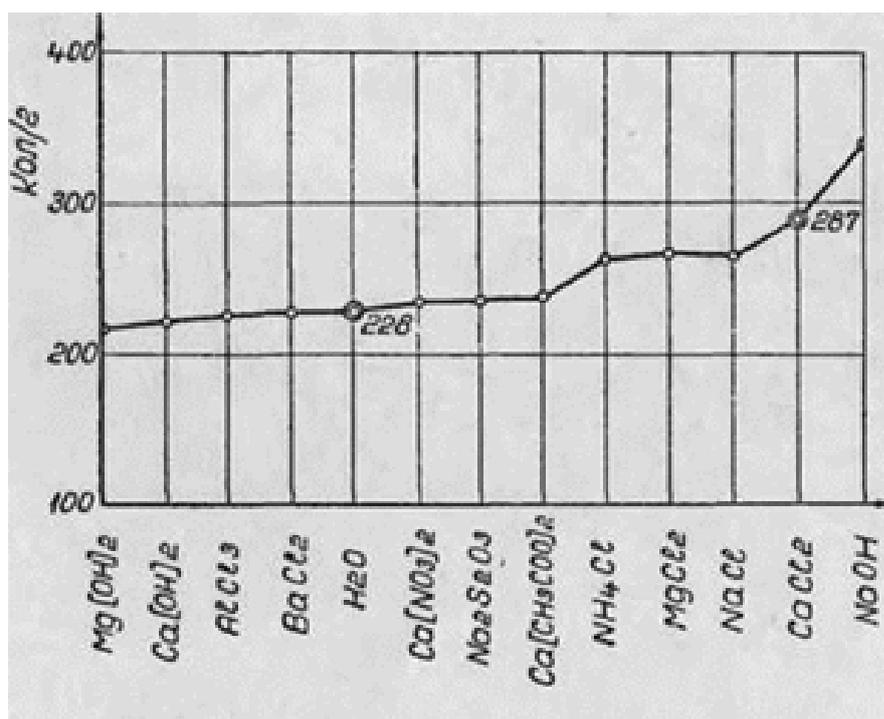


Рис.1.2 теплота гидратации извести негашёной в 1% растворах различной солей.

Ускоряющее влияние добавок они объясняют большей растворимостью гидрата окиси кальция при воздействии добавок и их пептизирующим влиянием, так как при добавлении электролитов коллоидные или дисперсные

системы, близкие к коллоидному состоянию, коагулируют или пептизируются.

С нашей точки зрения процесс гашения извести зависит от двух главных причин.

Во-первых, от величины зерен гасящейся CaO и, во-вторых, от скорости диффузии воды через слой Ca(OH)_2 или другие соединения, покрывающие частицы CaO .

Причиной ускоряющего влияния добавок (рис. 1.2) на растворимость гидрата окиси кальция, приводимой Будниковым, является добавление солей в воду и пептизация. При добавлении в воду солей слой Ca(OH)_2 , образующийся во время гашения вокруг зерен CaO , растворяется легче, предоставляя лучшие возможности дальнейшему диффундированию воды в частицы CaO . Но так как Ca(OH)_2 растворяется в растворе NaOH хуже, чем в чистой воде, то в последнем случае эффект следует объяснить процессом пептизации. [7]

Техническим результатом является повышение степени обжига, сокращение длительности процесса и повышение производительности процесса. Способ производства извести включает дробление известняка до фракции крупностью 40 - 150 мм, обжиг кускового известняка в шахтной печи продуктами сгорания топлива - природного газа в режиме противотока сверху вниз последовательно в трех технологических зонах: зоне подогрева с температурой до 900°C , зоне собственно обжига с температурой $900 - 1200^\circ\text{C}$ и зоне охлаждения с температурой $40 - 70^\circ\text{C}$. Причем природный газ подают в печь при давлении 40 - 45 кПа. Дробление известняка осуществляют грохочением. После зоны охлаждения известь подвергают дроблению, которое осуществляют в щековой и молотковой дробилках, а часть печного газа с концентрацией диоксида углерода не менее 20% утилизируют и направляют на производство белой сажи и химически осажденного мела.[10] В дробленном виде известь комовая технологическая используется в строительстве, для нейтрализации кислых стоков, для раскисления почв (при осенней и весенней вспашки) и в качестве добавки в

корм домашним животным и птицам. Известен способ получения извести путем смешивания известняка с твердым топливом, загрузки, зажигания шихты и обжига известняка с прососом сквозь слой шихты газового потока на решетке обжиговой печи.[28]

Недостатком известного способа является то, что в обжиговую печь крупные и мелкие фракции шихты загружают совместно. Крупные куски известняка размером более 150 мм, расположенные в части слоя со стороны зажигания, в связи с дефицитом тепла не успевают обжечься, понижая при этом степень обжига всей получаемой извести.

Исследования С. А. Кржеминского и О. И. Рогачевой показывают, что различные активные тонкодисперсные добавки, например, трепел, кирпичные глины, бой глиняного кирпича и зола ТЭЦ способствуют связыванию негашеных частиц извести в известково-песчаных смесях, не вызывая появления в изделиях дефектов. Опыты Э. Д. Певзнера, произведенные с магнезиальными известями, показали, что добавки трепела в этом случае не дают такого эффекта.

Влияние добавок на ускорение гашения во многом зависит от состава и свойств извести, в каждом отдельном случае оно должно определяться опытным путем.

Исследования влияния крупности кусков извести на скорость гашения, проведенные М. Ворохом, показали, что продолжительность гашения дробленной извести сокращается на 30—40% по сравнению с недробленной. Дробление создает возможность получить куски извести примерно равных размеров, что способствует равномерному протеканию процесса гашения

Положительное влияние дробления извести на процесс гашения объясняется, По-видимому, тем, что дробленая известь имеет большую суммарную поверхность, чем крупнокусковая. Дробление извести, так же как и применение горячей воды, повышает производительность гасильных механизмов.

Помол извести (грубый) также ускоряет гашение, для замедления процесса гашения применяют различные химические вещества, образующие в результате реакции нейтрализации соли, мало растворимые в воде.

Замедление процесса гашения можно вызвать добавлением в воду кислот — серной, щавелевой, лимонной, фосфорной. П. А. Ребиндер и Г. И. Логтинов установили, что под действием ряда адсорбирующих органических веществ гидрофильного типа с достаточно большим числом полярных групп в молекуле, вводимых в малых количествах в воду, гидратация извести замедляется. К числу таких добавок относятся, в первую очередь, лигносульфонаты сульфитно-спиртовой барды, являющиеся отходами целлюлозной промышленности, а также углеводы (глюкоза, черная патока, меласса — отходы свеклосахарного крахмалопаточного производства).

В производстве пеносиликальцитных изделий имеется широкий положительный опыт применения сульфитно-спиртовой барды для замедления процесса гашения извести. В зависимости от свойств извести она употребляется в воде затворения в количестве 0,1—0,5% (от веса сухого вещества изделия).

Все модификации гипса тоже замедляют гашение. Гипс добавляется при помолу извести-кипелки в количестве 3—6% от веса извести.

Замедление гашения при введении гипса происходит, вероятно, по причине образования на гасящихся частицах извести оболочки из нерастворимой соли, в результате чего площадь активной поверхности извести уменьшается и процесс гашения затягивается. Сущность ускорения и замедления процесса гашения извести с применением различных добавок еще мало изучена. В производстве ячеистых силикальцитных изделий, в особенности при применении известей, содержащих различные примеси, детальное изучение этого вопроса имеет большое практическое значение, так как при использовании различных добавок даже не пригодные для производства извести становятся пригодным сырьем. [8]

В. В. Лапин, исследовавший вопросы гидратации портландцемента петрографическими методами, установил, что $\text{Ca}(\text{OH})_2$ представляет собой скопление шаровидных частиц диаметром около 1 μ , но встречаются частицы и в виде нитей и иголок. В. В. Стольников считает, что частицы $\text{Ca}(\text{OH})_2$ имеют полукруглую форму размерами 1 μ и меньше. С. М Шлипцевич, О. Е. Годлевский и др при электронномикроскопическом наблюдении препаратов известковых растворов нашли, что основной формой $\text{Ca}(\text{OH})_2$ является круглая.[9]

1.3 Схема получения строительной воздушной извести

Технологический процесс получения извести состоит из добычи известняка в карьерах, его подготовки (дробления и классификации) и обжига. После обжига производят помол комовой извести, получая молотую негашеную известь, или гашение комовой извести водой, получая гашеную известь.

Принципиальная технологическая схема производства строительной воздушной извести.



Способ производства извести

Подогрев известняка, обжиг с получением извести и ее охлаждение осуществляют в противотоке с продуктами горения газообразного топлива и воздухом. Осуществляют периферийную подачу через топливосжигающие устройства, установленные в футеровке печи на двух уровнях, газообразное топливо и газ-окислитель, в качестве которого на верхнем уровне топливосжигающих устройств используют смесь воздуха и рециркуляционных газов, подаваемых из дымоотводящего тракта печи. Подачу топлива и газа-окислителя топливосжигающими устройствами нижнего уровня производят в центральную часть шахты на расстоянии от футеровки печи, равном 0,3-0,5 внутреннего диаметра шахты. В качестве газа-окислителя в топливосжигающих устройствах нижнего уровня используют атмосферный воздух в количестве, соответствующем величине коэффициента расхода воздуха $\lambda_{\text{нижн}}=0,35-0,5$. Изобретение направлено на снижение удельного расхода топлива при сохранении высокой степени обжига извести, обеспечение длительной работы печи без локального износа футеровки печей с диаметром в зоне обжига 3 м и более. 2 н.п. ф-лы, 1 ил.

. Способ реализуется в цилиндрических шахтных печах диаметром в зоне обжига 3 м и более, в которых посредством периферийного и центрального ввода топлива и воздуха в рабочее пространство печи может обеспечить эффективный процесс обжига.

Известен способ обжига кускового известняка в шахтной печи, включающий подогрев, обжиг известняка и охлаждение полученной извести, осуществляемый в печи цилиндрической формы в противотоке с продуктами горения топлива и воздухом, подачу газообразного топлива и воздуха на его горение через два уровня топливосжигающих устройств, при этом 35-40% общего расхода топлива подают на нижний уровень топливосжигающих устройств и 60-65% на верхний уровень, холодный атмосферный воздух в количестве 25% от общего расхода подают в зону обжига периферийно через

два уровня топливосжигающих устройств, а 75% через зону охлаждения извести.

Распределение подачи топлива, при котором большее количество топлива подают на верхний уровень, а меньшее на нижний, при подаче через зону охлаждения основного количества (75%) воздуха, необходимого для осуществления процесса обжига в печи, приводит к снижению температуры нагрева воздуха, поступающего на горение из зоны охлаждения извести, увеличению зоны обжига, уменьшению зоны подогрева и, как следствие, к увеличению удельного расхода топлива при невысоком качестве получаемой извести.

Недостатком известного способа и шахтной печи является то, что сгорание топлива, подаваемого через нижние топливосжигающие устройства, происходит в основном (на 80-85%) в воздухе, нагретом до температуры 650-750°C, в непосредственной близости от футеровки, при подаче атмосферного воздуха с малым расходом ($\lambda=0,15-0,20$), в месте установки топливосжигающих устройств происходит интенсивный износ футеровки печи и сокращается срок ее службы.

Кроме того, этот способ может быть реализован в печах цилиндрической формы с диаметром зоны обжига до 3 метров относительно малой производительности, поскольку толщина обжигаемого слоя при работе периферийных горелок составляет от 0,9 до 1,5 м, что ограничивает возможности его применения в наиболее распространенных печах цилиндрической формы с диаметром зоны обжига более 3 метров.

Работа печи с повышенным расходом воздуха на единицу топлива ($\lambda_{\text{общ}}=1,25-1,35$), необходимым для обеспечения полноты сгорания топлива, приводит к увеличению тепловых потерь с отходящими из печи газами и, как следствие этого, к увеличению расхода топлива.

Заявленное изобретение предусматривает снижение удельного расхода топлива при сохранении высокой степени обжига извести, обеспечение длительной работы печи без локального износа футеровки печей с диаметром

зоны обжига 3 м и более за счет равномерного распределения топлива и воздуха на его горение по поперечному сечению шахты и обеспечению воспламенения топлива в месте его ввода в рабочее пространство печи.

Указанный технический результат достигается тем, что в известном способе обжига кускового известняка в шахтной цилиндрической печи, включающем подогрев, обжиг известняка и охлаждение получаемой извести, осуществляемом в противотоке с продуктами горения топлива и воздухом, подачу на нижний и верхний уровни топливосжигающих устройств газообразного топлива и газа-окислителя, в качестве которого на верхнем уровне топливосжигающего устройства используют смесь воздуха и газов, отсасываемых из дымоотводящего тракта печи (рециркуляционных), подаваемую на верхнем уровне периферийно через топливосжигающие устройства, установленные в футеровке печи, а в качестве газа-окислителя для горения топлива на нижнем уровне топливосжигающих устройств, которые располагаются в центральной части поперечного сечения печи, на расстоянии 0,9-1,5 м от внутренней поверхности футеровки печи (0,3-0,5 внутреннего диаметра шахты печи) и на расстоянии 0,5-1,3 м от топливосжигающих устройств верхнего уровня, используют атмосферный воздух. Подают его в количестве, соответствующем величине коэффициента расхода воздуха $\lambda_{\text{нижн}}=0,35-0,5$.

Заявляемое изобретение позволяет обеспечить достижение температуры воспламенения смеси газа и воздуха, поступающих из нижних топливосжигающих устройств в указанном соотношении, непосредственно в месте ввода этой смеси в рабочее пространство печи за счет контакта его с подогретым до температуры 700-750°C в процессе охлаждения извести воздухом и подачи на нижний уровень атмосферного воздуха в качестве газо-окислителя в количестве, достаточном для устойчивого горения смеси, соответствующем величине расхода воздуха $\lambda_{\text{нижн}}=0,35-0,5$, при котором температура горения смеси превышает температуру воспламенения. На топливосжигающие устройства нижнего уровня подают топливо в

количестве, достаточном для обжига известняка, поступающего по центру печи, который находится вне зоны обжига верхних периферийных топливосжигающих устройств. Ширина этой зоны для печей диаметром 3 м и более составляет 0,9-1,5 м от внутренней поверхности футеровки печи (0,3-0,5 внутреннего диаметра шахты печи). Топливо в смеси с заявленным количеством атмосферного воздуха воспламеняется при контакте с горячим воздухом, нагревает известь, тем самым обеспечивают непрерывность процесса обжига в центральной части печи.

Заявленное количество атмосферного воздуха $\lambda=0,35-0,5$, подаваемое для горения топлива в топливосжигающие устройства нижнего ряда, обеспечивает устойчивое горение топлива в месте ввода в печь независимо от его смещения с горячим воздухом (подаваемым на охлаждение извести), которое затруднено в условиях, когда шахта печи заполнена кусковой шихтой, причем нижний предел $\lambda_{\text{нижн}}=0,35$ обеспечивает устойчивое возгорание при указанных выше условиях, а верхний предел $\lambda=0,5$ соответствует условию полноты сгорания топлива при минимальном расходе воздуха на охлаждение извести, которое соответствует количеству воздуха, обеспечивающего сгорание топлива, подаваемого на печь с $\lambda=0,5-0,65$.

Обеспечение начала процесса горения топлива в месте ввода топлива и воздуха в рабочее пространство печи через топливосжигающие устройства нижнего ряда позволяет уменьшить зону обжига центральной части шахты, при этом расположение топливосжигающих устройств нижнего уровня на расстоянии 0,5-1,3 м от топливосжигающих устройств верхнего уровня обеспечивает непрерывность горения топлива, подаваемого через топливосжигающее устройство верхнего уровня. Способ обжига кускового известняка в шахтной печи для обжига кусковых материалов, включающий подогрев, обжиг известняка с получением извести и ее охлаждение, осуществляемые в противотоке с продуктами горения газообразного топлива и воздухом, периферийную подачу через топливосжигающие устройства, установленные в футеровке печи на двух уровнях, газообразного топлива и

газа-окислителя, в качестве которого на верхнем уровне топливосжигающих устройств используют смесь воздуха и рециркуляционных газов, подаваемых из дымоотводящего тракта печи, отличающийся тем, что подачу топлива и газа-окислителя топливосжигающими устройствами нижнего уровня производят в центральную часть шахты на расстоянии от футеровки печи, равном 0,3-0,5 внутреннего диаметра шахты, причем в качестве газа-окислителя в топливосжигающих устройствах нижнего уровня используют атмосферный воздух в количестве, соответствующем величине коэффициента расхода воздуха $\lambda_{\text{нижн}}=0,35-0,5$. [20]

1.4 Механизмы для гашения извести

В. В. Лапин, исследовавший вопросы гидратации портландцемента петрографическими методами, установил, что Ca(OH)_2 представляет собой скопление шаровидных частиц диаметром около 1 μ , но встречаются частицы и в виде нитей и иголок. В. В. Стольников считает, что частицы Ca(OH)_2 имеют полукруглую форму размерами 1 μ и меньше. С. М Шлиппевич, О. Е. Годлевский и др. при электронно-микроскопическом наблюдении препаратов известковых растворов нашли, что основной формой Ca(OH)_2 является круглая.

Электронно-микроскопические наблюдения гидратной извести, произведенные на Опытном заводе, показали, что ее частицы имеют кристаллическую и круглую форму. Величина частиц круглой формы была меньше 1 μ .

Некоторые частицы были покрыты игольчатыми образованиями различной величины. Такие игольчатые образования встречаются отдельно и агрегатами. Встречаются и очень тонкие, частично полупрозрачные частицы, размером менее 0,05 μ . Сравнение препаратов свежегашенного известкового теста и хранившегося в течение 40 суток в герметически закрытой таре, показало, что в последнем случае кристаллическая форма более заметна, хотя большой разницы между препаратами не наблюдалось. Сравнение препаратов Ca(OH)_2 , приготовленных из чистых известей, обожженных в

течение 4-х часов при температуре 940°C, и обожженных при температуре 1100°C, гашенных в порошок при большом избытке воды, показало, что различия режимов обжига и гашения не оказали заметного влияния на размер и форму частиц.

Были произведены также наблюдения сухих препаратов извести. Гашение и хранение извести производилось в специальной камере-изоляторе, что давало возможность производить приготовление проб и препаратов в атмосфере, свободной от углекислого газа. Камера-изолятор представляет собой металлический ящик, герметически закрывающийся стеклянной крышкой на уплотненной резиновой прокладке.

На двух боковых стенках ящика имелись круглые отверстия, по контуру которых были плотно закреплены резиновые перчатки, позволяющие производить в ящике необходимые операции. На одном конце ящика имелся шлюз, через который, не открывая крышки, можно было подавать в изолятор инструмент и материалы. В шлюзе и в изоляторе были установлены чашки с натронной известью, очищающей воздух в камере-изоляторе от углекислого газа.

В этих опытах известь гасили количеством воды, необходимым только для химической связи. Несколько снимков этой извести приведены на.

Частицы извести имеют неправильную острогранную форму. Наблюдаются крупные агрегаты. Диаметр отдельных частиц составляет 1—3 μ . Имеются полупрозрачные частицы размером ниже 0,1 μ . Встречаются отдельные частицы круглой формы.

Были проведены также опыты с известью, медленно гасившийся под действием водяных паров, содержащихся в воздухе камеры-изолятора, куда помещался открытый сосуд с водой. Пробы извести брались после 1, 3 и 5 суток выдерживания в камере.

Оказалось, что при медленном гашении извести возникали зерна с зазубринами и округлившимися углами.

Опыты с различными техническими гидратными известями показали такие же результаты.

Можно отметить, что различные гашеные извести имеют почти одинаковую форму частиц. Теоретическая и практическая задача в области гашения извести состоит в изыскании дешевых способов превращения извести в гидратированную форму.

Сравнение размеров частиц гашеной извести можно наглядно показать при помощи следующего простого опыта.

Пробы из одного куска негашеной извести гасят в порошок и тесто. Равные навески обеих проб гашеной извести, весом около 50 г каждая, помещают в химические стаканы емкостью около 500 мл, куда затем наливают до краев воду. Оба стакана взбалтывают до получения в них совершенно однородного известкового молока и ставят рядом. В стакане с известью, гашеной в порошок, вода становится прозрачной быстрее. Это указывает на большую крупность частиц и вследствие этого более интенсивную их седиментацию.

При дезинтеграторном методе приготовления известково-песчаных смесей поверхность верев песка покрывается равномерной пленкой гидратной извести толщиной 1—2 μ . Поэтому уменьшение размеров частиц гидратной извести ниже 1 μ не может существенно улучшить гомогенность смеси. Произведенные нами опыты показали, что в возникающих в автоклаве процессах образования известково-песчаных изделий частицы извести диффундируют на глубину до 200 μ .

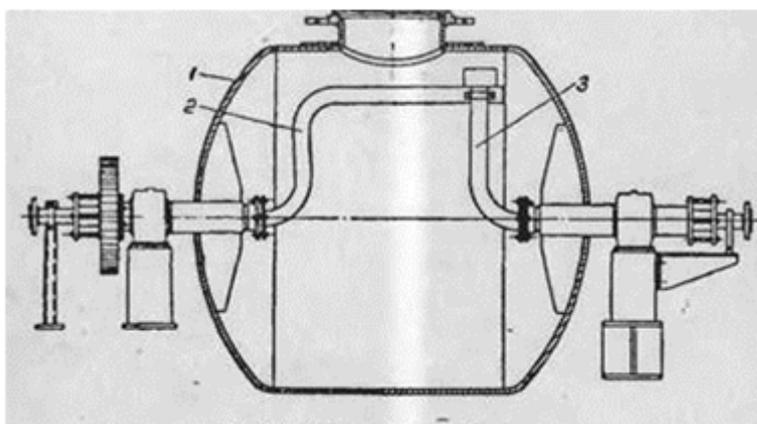


Рис.1.3 Схема гасильного барабана

1-вращающийся барабан. 2-труба для впуска воды и пара. 3-труба для выпуска пара.

Учитывая это, можно полагать, что изготовление смеси с гидратной известью дисперсностью ниже 1 μ вряд ли может существенно воздействовать на процессы образования известково-песчаного монолита в части улучшения его структуры. Поэтому производство гидратной извести с пластичными и очень мелкими частицами имеет большое практическое значение лишь при изготовлении известково-песчаных растворов, твердеющих при обычных температурах, где первоначально процесс твердения происходит за счет увеличения сопровождающих высыхание смесей адгезионных сил между известью и песком. Как известно, следующей стадией процесса твердения является карбонизация $\text{Ca}(\text{OH})_2$.

Для гашения извести в порошок применяют гасильные барабаны-гидраторы, работающие под давлением пара, и различные механические известегасители, работающие при обычном давлении. Схема гасильного барабана, работающего под давлением пара 4 атм, приводится на рис.1.3

После загрузки барабана негашеной известью и введения воды повышается давление пара. При бурном гашении извести давление пара может повышаться быстро, поэтому для быстрого снижения давления пара труба выпуска пара и имеющиеся на ней вентили должны иметь достаточный диаметр. В Германии и др. странах были случаи взрыва гасильных барабанов, поэтому для их эксплуатации введены государственные нормы. В качестве примера приводится схема подводки воды и пара к гасильному барабану, отвечающая требованиям норм эксплуатации сосудов, работающих под давлением, действующих в Германии.

Допускаемое рабочее давление в барабане при этом должно составлять не менее 10 атм. Барабан должен быть испытан гидравлическим способом под давлением воды, превышающим рабочее давление, по меньшей мере, на 5 атм.

Манометр и предохранительный клапан должны быть соединены с трубой выпуска и защищены от проникновения в них пыли особой отводящей трубой. Входящая в барабан труба должна иметь диаметр 80 мм при объеме барабана до 6 м³ и не менее 100 мм при объеме барабана свыше 6 м³. Имеется еще ряд специальных требований, предъявляемых к установке и взаимному расположению предохранительного клапана, вентилю выпуска пара и манометру.

Гидраторы непрерывного и периодического действия, работающие при атмосферном давлении, применяются только в случае, если они обеспечивают достаточно полное гашение извести, необходимое для запаривания изделий в автоклаве. Схема такого гидратора периодического действия показана на рис. 1.4

Он состоит из большого вращающегося диска 1 с бортом 2 и системы лопаток или скребков 3. Последние укреплены на вертикальном валу 4 в центре диска. Сверху над гасителем имеется колпак 5 с трубой для отвода пыли, увлекаемой парами воды. Загрузка извести производится из бункера 6.

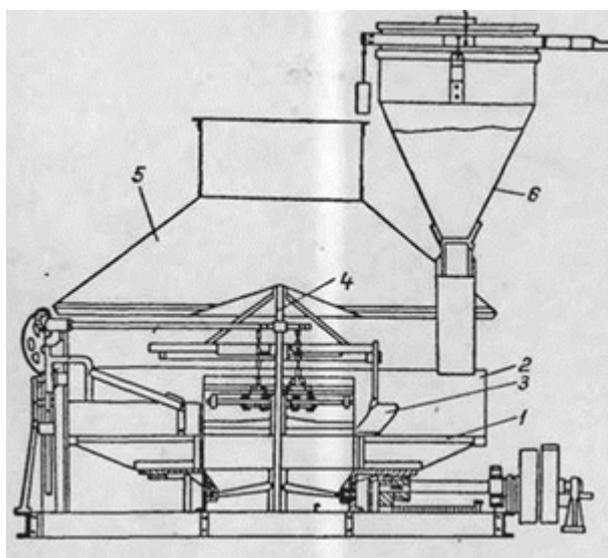


Рис.1.4 Известьгаситель периодического действия.

1-вращающийся диск, 2-борт, 3-лопатки, 4-вал, 5-колпак, 6-бункер.

До гашения известь-кипелка дробится на куски величиной 10—15 мм, а при употреблении магнезиальной извести 3—5 мм. Измельченная известь-кипелка и вода, в точно дозированных количествах, поступают в гаситель;

при гашении жирной извести сначала подают воду, а затем известь, что предохраняет пушонку от перегорания. При менее жирной извести в гаситель сначала подают измельченную известь-кипелку, а затем воду. Количество воды для гашения обычно в 2—3 раза превышает теоретически необходимое. Через 4—5 мин. после соприкосновения извести с водой, в гасителе вследствие реакции гашения начинается выделение тепла. При вращении диска гасящаяся масса перемешивается лопатками и скребками.

Вследствие излишка воды по отношению к погасившейся части извести в гасителе образуется некоторое количество известкового теста, обволакивающего куски гасящейся извести. Постепенно излишек воды испаряется, выделяющийся пар разрыхляет известь, и в гасителе образуется тонкий порошок гидратной извести, причем температура ее достигает примерно 95°. Процесс гашения длится 15—20 мин., после чего поворотом лопаток пушонка направляется к центру диска, откуда через люк выгружается в силосы. Они служат одновременно складом и местом для догашивания извести оставшейся в ней влагой. В зависимости от жирности извести производительность гасителя составляет 1—5 т пушонки за 1 цикл гашения.

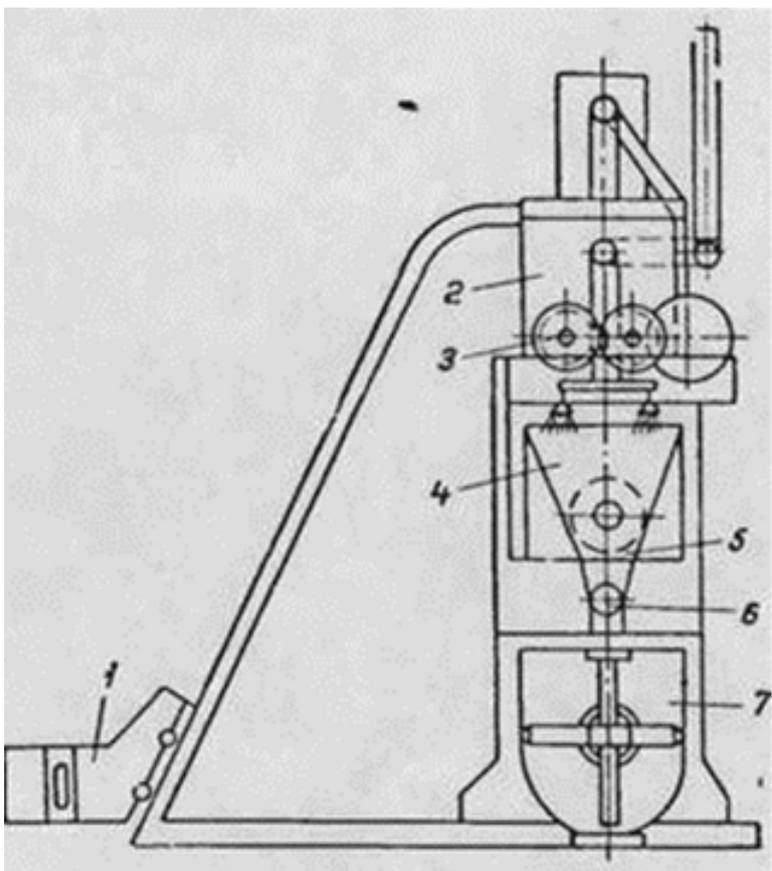


Рис.1.5 Гасильная установка непрерывного действия

1-подъёмник, 2-бункер, 3-зубчатые вальцы, 4-камера гашения, 5-лопасти, 6-шnek, 7-мешалка.

После выдерживания в силосах пушонку отсеивают на ситах или сепараторах для отделения от нее непогасившихся частиц.

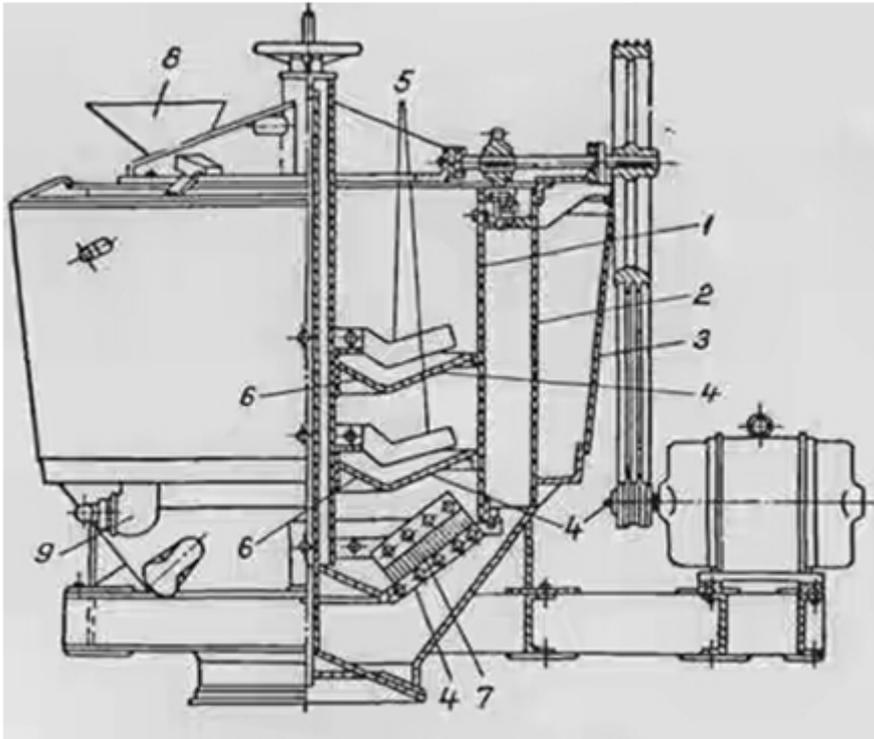


Рис.1.6 Известигаситель системы Кузнецова

1-подвижный барабан; 2-3-неподвижные барабаны; 4-наклонные решетки; 5-неподвижные лопасти; 6-зонты; 7-стальные решетки; 8-загрузочная воронка; 9-выпускной патрубок.

Представляет интерес известегаситель системы А. М. Кузнецова. Он состоит из трех вертикальных барабанов (рис. 1.6). Первый внутренний барабан 1 вращается со скоростью 32 об/мин, а два остальных барабана 2 и 3 — неподвижные. Первый барабан имеет три наклонные решетки 4 с отверстиями в 60, 35 и 6 мм, считая сверху вниз. Решетки вращаются вместе с внутренним цилиндром. На центральном валу укреплены находящиеся над решетками неподвижные лопасти 5, а также зонты 6. Для протирания известкового теста через отверстия нижней решетки к нижним лопастям приделаны стальные щетки 7.

Куски известки-кипелки размерами 12—15 см загружаются через воронку 8 в заполненный водой внутренний барабан, в котором поддерживается постоянный уровень воды. Известь-кипелка, попав на первую вращающуюся наклонную решетку, измельчается лопастями и проваливается на вторую решетку. Здесь она вновь измельчается лопастями и проваливается на

нижнюю решетку, где окончательно перетирается стальными щетками и превращается в пульпу. Последняя проходит нижнюю решетку и увлекается течением воды в пространство между барабанами 1 и 2, а затем через ряд крупных отверстий, имеющих в стейке барабана 2, попадает в пространство между барабанами 2 и 3, после чего пульпа через патрубок 9 выпускается из гасителя.

Известь, поступающая из аппарата гашения, содержит 70—80% воды. Вследствие медленного движения известкового молока в гасителе непогасившиеся тяжелые частицы извести успевают осесть на решетках и зонтах, откуда периодически удаляются при опускании зонтов. В этом гасителе механическим путем осуществляется, дробление известки-кипелки, гашение ее водой и просев через несколько решеток с последовательно уменьшающимися отверстиями. Из гасителя известковое молоко поступает в отстойники, где оно превращается в тесто. Производительность гасителя 600—700 кг извести-кипелки в час.

Выводы по главе:

Имеется много других типов механизмов для гашения извести в тесто и молоко. Все они представляют собой агрегаты для смешивания и сепарации. Пригодность их для гашения извести различного качества рекомендуется определить экспериментальным путем. Однако наиболее совершенной конструкции будет такой гидратор, который, производя гашение извести, сможет также регулировать в нужном направлении физико-химические процессы.

ГЛАВА 2. ПОЛУЧЕНИЯ СТРОИТЕЛЬНОЙ ВОЗДУШНОЙ ИЗВЕСТИ

2.1 Гашение извести

Процесс гашения извести происходит по реакции:



Реакция гашения извести протекает бурно, с большим выделением тепла. Вода, проникая в глубину известковых зерен, вступает в химическое взаимодействие с CaO, и выделяющееся при этом тепло превращает воду в пар. Так как переход воды в пар сопровождается увеличением объема, создаются внутренние растягивающие напряжения в зернах извести, приводящие к их измельчению в тонкий порошок.

Гашение — специфический технологический процесс, используемый только в производстве извести. Выделяющаяся теплота вызывает кипение воды, поэтому негашеную известь называют «кипелкой». Процесс гашения замедляется вследствие образования на поверхности известковых частиц тестообразного слоя продуктов гидратации, который препятствует доступу воды к внутренним слоям исходного зерна. Для ускорения гашения рекомендуется предварительно измельчать известь, энергично перемешивать гасящуюся массу, а также использовать подогретую воду. При перемешивании с поверхности зерен как бы «сдирается» гидратная пленка и открывается доступ к внутренним непрогасившимся слоям.

Характер процесса гашения зависит также от наличия примесей. При гашении в пушонку зерна силикатов и алюминатов кальция, образовавшихся при обжиге, не гасятся и не превращаются в порошок, поэтому их необходимо отделять, отдельно доизмельчать, а затем смешивать с «пушонкой» для улучшения ее гидравлических свойств. К негасящейся части извести относятся также неразложившийся при обжиге известняк, пережженные частицы оксидов кальция и магния, остеклованные новообразования, получающиеся в пересыпных печах при взаимодействии извести с золой топлива.

Институт Меллона в США дает данные (табл. 2.1) о положительном влиянии тростникового сахара на растворимость извести [51].

Таблица 2.1

	Растворимость СаО в % при температуре. С°					
	0	15	30	50	70	100
10%-го сахарного раствора воды	25,0	21,5	12,0	5,3	2,3	1,55
	1,4	1,3	1,17	0,96	0,79	0,60

Исследования Опытного завода показали (табл. 2.2), что воздействие добавок на ускорение гашения извести существенно зависит также от свойств извести.

Таблица 2.2

Наименование добавки	Скорость гашения 20 мин температура гашения 58°					Скорость гашения 33 мин температура гашения 65°				
	Количество добавок %									
	0,5	1	2	5	10	0,5	1	2	5	10
CaCl ₂	19/66	13/65	9/70	7/73	4/81	24/74	15/81	11/82	8/87	4/94
MgCl ₂	20/63	15/67	11/68	10/61	8/72	30/69	26/73	17/81	11/82	8/85
NaCl	19/64	16/66	13/69	12/72	9/75	31/71	29/71	23/71	19/75	18/75
NaOH	29/55	24/57	25/58	29/57	-	-	56/65	-	-	74/58

Как видно из данных таблицы 2.2, добавки CaCl₂, MgCl₂ и NaCl ускоряют гашение извести, а NaOH — замедляет.

По данным Т. Нодала скорость процесса гидратации извести при добавлении в воду поваренной соли выражается дифференциальным уравнением первой степени. $\frac{dx}{dt} = k(100 - x)$

x — количество гашеной извести, %;

k — коэффициент, характеризующий скорость гашения.

Если гашение производится без применения ускоряющего гашения катализатора, то дифференциальное уравнение примет следующий вид:

$$\frac{dx}{dt} = k(100 - x)^n$$

значение n колеблется в пределах от 1,7 до 2,6 и тем выше, чем выше температура обжига извести. При этом характеризующие скорость гашения коэффициенты k и k_1 пропорциональны абсолютной температуре, при которой был произведен обжиг извести.

Сокращение продолжительности гашения извести было достигнуто М. Е. Позиным при введении в раствор NaCl в соответствии с данными таблицы 2.3.

таблица 2.3

Концентрация %	Продолжительность гашения. Мин.
0,0	5,0
1,0	3,5
5,0	2,5
10,0	2,0
15,0	2,0

Но на разные извести раствор действует по-разному.

В таблице 7 приведены данные прочности на сжатие образцов в зависимости от содержания NaCl. Образцы изготовлялись из дезинтегрированной известково-песчаной смеси с удельной поверхностью песка 435 см²/г и активностью 12,3% CaO. Объемный вес сухого вещества образцов составлял 1.8 г/см³. Они имели формовочную влажность 7% при различной концентрации.

Таблица 2.4

Концентрация раствора NaCl в воде затворения%	Предел прочности при сжатии образца, кг/см ²
0	523
1	549
5	543
10	531
15	527

Испытание образцов показало, что небольшое содержание NaCl практически не оказывает влияния на прочность. Это позволяет рекомендовать NaCl для ускорения процесса гашения извести.

Работа, проведенная А. М. Кузнецовым, показала, что при гашении извести разбавленным раствором HCl, HNO₃ и CaCl₂ продолжительность гашения значительно сокращается. Целесообразно применять растворы следующих концентраций: для HCl — 0,07N, для CaCl₂ — 0,09N. Употребление концентрированных растворов нецелесообразно, потому что скорость гашения не пропорциональна концентрации и с повышением последней протекает значительно медленнее. Применение очень слабых растворов тоже нецелесообразно, так как они незначительно увеличивают скорость гашения.

Исследования С. А. Кржеминского и О. И. Рогачевой показывают, что различные активные тонкодисперсные добавки, например, трепел, кирпичные глины, бой глиняного кирпича и зола ТЭЦ способствуют связыванию негашеных частиц извести в известково-песчаных смесях, не вызывая появления в изделиях дефектов. Опыты Э. Д. Певзнера, произведенные с магнезиальными известями, показали, что добавки трепела в этом случае не дают такого эффекта.

Влияние добавок на ускорение гашения во многом зависит от состава и свойств извести, в каждом отдельном случае оно должно определяться опытным путем.

Исследования влияния крупности кусков извести на скорость гашения, проведенные М. Ворохом, показали, что продолжительность гашения дробленой извести сокращается на 30—40% по сравнению с недробленой. Дробление создает возможность получить куски извести примерно равных размеров, что способствует равномерному протеканию процесса гашения. Положительное влияние дробления извести на процесс гашения объясняется, по-видимому, тем, что дробленая известь имеет большую суммарную поверхность, чем крупнокусковая. Дробление извести, так же как и применение горячей воды, повышает производительность гасильных механизмов.

2.2 Технологическая часть Характеристика сырьевых материалов, полуфабрикатов и топлива

В данном курсовом проекте используются следующие сырьевые материалы, полуфабрикаты и топливо:

Известняк - *Зарафшанского месторождения*:

Химический состав:

$SiO_2 - 1,02\%$; $Al_2O_3 - 0,2\%$; $Fe_2O_3 - 0,06\%$; $CaO - 90,74\%$; $MgO - 8\%$;

Влажность $W=20\%$;

Топливо: Газ, $Q_n=8200$ ккал/нм³

Транспорт – авто.

Описание технологических процессов

Производство комовой негашеной извести состоит из следующих основных операций: добычи и подготовки известняка, подготовки топлива и обжига известняка.

Вращающиеся печи для обжига извести позволяют получать мягкообожжённую известь высокого качества из известняка и мягких карбонатных пород (мела, туфа, ракушечника) в виде мелких кусков. Вращающиеся печи допускают возможность полной механизации и автоматизации процессов обжига. Наконец, в них можно применять все виды топлива – пылевидное твердое, жидкое и газообразное.

Выбор способа производства и разработка технологической схемы

Разработанный передел состоит из транспортирования, хранения, дробления, и обжига.

Транспортировка может производиться ленточными конвейерами, если расстояние от карьера до завода не более 5 км, автотранспортом.

Хранение может быть в открытых и закрытых складах. Сейчас применяют закрытые склады, так как они защищают от агрессии среды.

Фракции 5-20мм и 20-40мм разделяются в два промежуточных бункера откуда при помощи тарельчатого питателя поступают на обжиг во вращающуюся печь. Фракция <5мм не пригодна для обжига во вращающейся печи и поэтому идет в бункер отходов.

Обжиг является основным процессом при производстве воздушной извести.

При этом протекает ряд сложных физико-химических процессов определяющих качество продукта. В процессе обжига известняк декарбонизируется и превращается в известь по следующей реакции:



Теоретически на декарбонизацию 1 моля CaCO_3 (100 гр) расходуется 179кДж, или 1790кДж на 1 кг CaCO_3 .

Различают длинные вращающиеся печи с отношением длины барабана L к диаметру D_0 (в свету) в пределах 35-45 и короткие с запечными теплообменниками (отношение $L/D_0=14-20$).

Обжиг происходит следующим образом. Во вращающейся печи различают три основных зоны, отличающиеся режимными параметрами термообработки материала и физико-химическими процессами, происходящими в нем.

Зона подогрева расположена в холодном конце печи, начиная от места поступления в неё сырья, и занимает до 70% общей длины корпуса длинной печи. Поступающий в зону подогрева материал проходит последовательно сушку (t_m до 120°C) и нагрев ($t_m=850-900^\circ\text{C}$). В конце зоны подогрева в

температурном интервале 700-900°C полностью разлагается содержащийся в сырье углекислый магний $MgCO_3$ и частично углекислый кальций $CaCO_3$. Выходящие из зоны обжига с температурой 1100-1250°C печные газы отдают тепло материалу и их температура снижается до 600-800°C. Температура печных газов на выходе из печи (в начале зоны подогрева) в значительной мере зависит от влажности сырья, от организации теплообмена с сырьём в зоне подогрева и от длины зоны подогрева.

Зона обжига длинной вращающейся печи занимает 25-30%, а короткой – 50-75% общей длины корпуса печи. В зоне обжига происходит сгорание топлива и завершаются основные физико-химические реакции разложения карбонатного сырья.

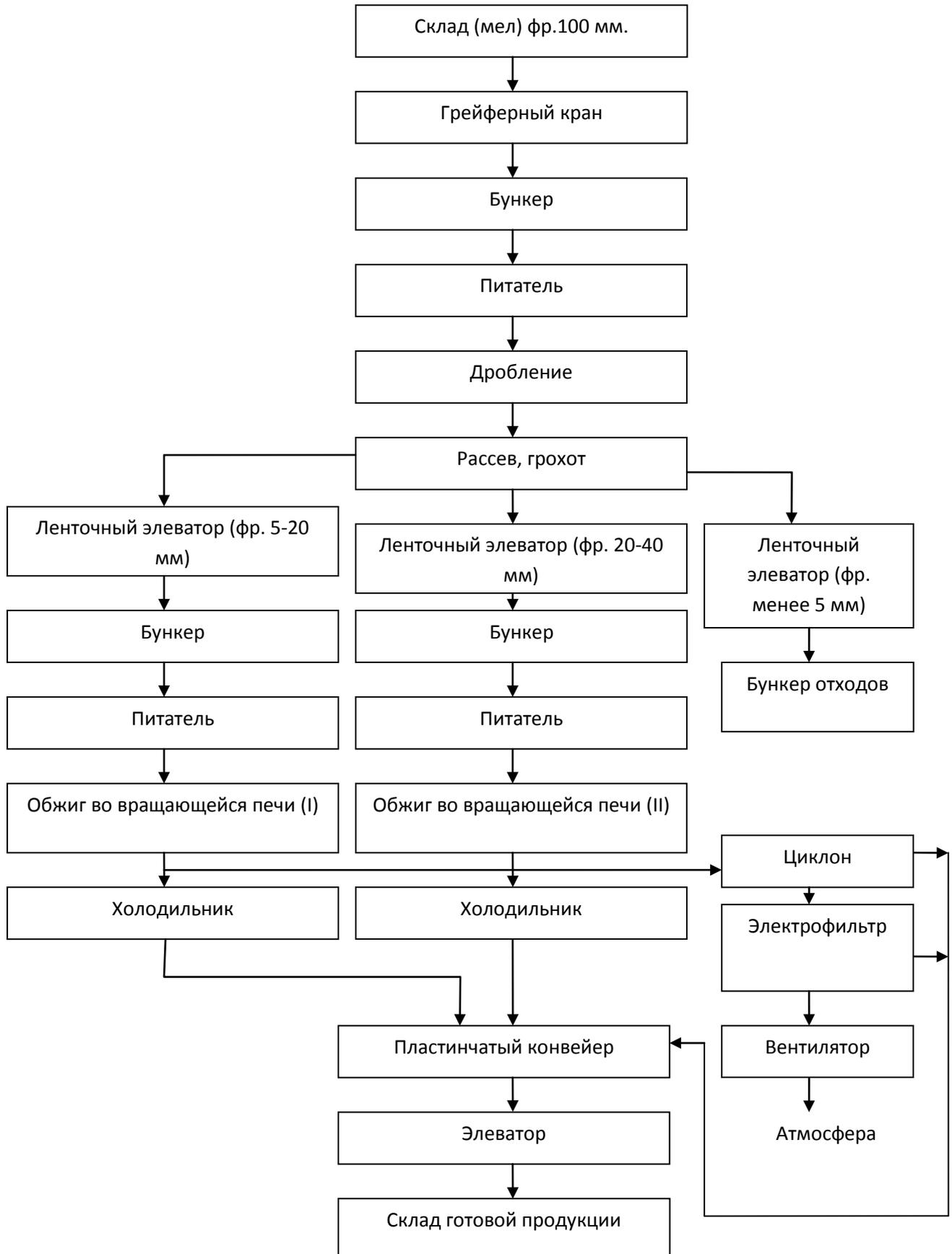
Ввиду малого времени пребывания материала в зоне обжига (30-45 мин) его нагревают до температуры 1200°C, при которой реакция разложения $CaCO_3$ происходит быстро. В результате сырьё успевает почти полностью диссоциировать и содержание активных $CaO + MgO$ в воздушной извести достигает 90-94%.

В холодильнике печи известь охлаждается до температуры 150-200°C (рекуператорный). Холодный воздух, поступающий в холодильник из окружающей среды, нагревается в нем до 250-300°C.

После обжига известь из печи пластинчатым конвейером и элеватором подается в бункер готовой продукции.

Комовую негашеную известь нужно хранить на складах с механизированной загрузкой и выгрузкой продукта. Длительность хранения не должна превышать 5 – 10 суток во избежание значительной гидратации и карбонизации окиси кальция.

Технологическая схема производства комовой извести.



Количество рабочих часов в год составляет плановый фонд рабочего времени предприятия:

$$T_{\text{план. ф}} = 365 \cdot 3 \cdot 8 = 8760 \text{ часов}$$

где 3 – число смен в сутки ; 8 – количество часов в смену.

Для обеспечения нормальной работы необходимо предусматривать затраты времени на профилактический ремонт оборудования. Эти затраты учитываются коэффициентом использования оборудования по времени, при определении расчетного фонда времени работы оборудования.

$$T_{\text{расч.ф.}} = T_{\text{план.ф.}} \cdot K_{\text{в}}, \quad (1)$$

где $T_{\text{расч.ф.}}$ – расчетный фонд рабочего времени

$T_{\text{план.ф.}}$ – плановый фонд рабочего времени

$K_{\text{в}}$ – коэффициент использования оборудования по времени

$$K_{\text{в}}=0.9$$

Учитывая коэффициент использования оборудования по времени, получаем расчетный фонд рабочего времени:

$$T_{\text{расч.ф}} = T_{\text{план.ф}} \cdot K_{\text{в}} = 8760 \cdot 0.90 = 7884 \text{ ч.}$$

По расчетному фонду времени определяем требуемую производительность оборудования для выполнения заданной программы.

$$\text{Суточная производительность: } P_{\text{сут}} = P_{\text{год}} / 365 = 27740 / 365 = 76 \text{ т/сут.}$$

$$\text{Производительность в час: } P_{\text{час}} = P_{\text{год}} / T_{\text{расч.ф.}} = 27740 / 7884 = 3,51 \text{ т/час.}$$

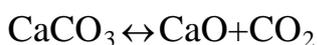
$$\text{Производительность в смену: } P_{\text{см.}} = P_{\text{час}} \times 8 = 3,51 \times 8 = 28,08 \text{ т/смену.}$$

Определение норм расхода сырья и топлива на 1 т. вяжущего

Для выполнения расчета используем характеристики чистого сырья, которые получены из литературных источников и задания на проектирование.

Последовательно рассчитываем удельные нормы расхода сырья, находящегося в различных состояниях:

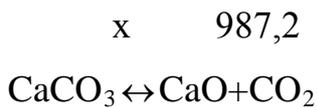
Теоретически чистого сырья (полуфабриката)



$$\mu(\text{CaCO}_3) = 40 + 12 + 3 \cdot 16 = 100 \text{ г/моль;}$$

$$\mu(\text{CaO}) = 40 + 16 = 56 \text{ г/моль.}$$

Пусть CaO – 1000 кг. Примеси составляют 1,28%, т.е 12,8 кг. Тогда без примесей – 987,2 кг. Пусть CaCO₃ – x кг. Составляем уравнение:



100 56

$$x = \frac{987,2 \cdot 100}{56} = 1762,86 \text{ кг} - \text{теоретически чистое сырьё.}$$

Натурального (содержащего примеси) сырья (полуфабриката)

$$1762,86 \cdot 0,0128 = 22,56 \text{ кг} - \text{примесь}$$

$$1762,86 + 22,56 = 1785,42 \text{ кг} - \text{натуральное сырьё (сухое)}$$

Рабочего (влажного) натурального сырья (полуфабриката)

$$m_{\text{вл}} = m_{\text{сух}}(1 + Wm/100) = 1785,42(1 + 0,2) = 2142,50 \text{ кг}$$

$$2142,5 - 100\%$$

$$y \quad - 20\%$$

$$y = \frac{20 \cdot 2142,5}{100} = 428,5 \text{ кг} - \text{рабочее натуральное сырьё}$$

Расход топлива ($\rho_r = 0,67 \text{ кг/нм}^3$)

$$Q_H = 9400 \text{ ккал/нм}^3 : 0,67 \text{ кг/нм}^3 = 14029,9 \text{ ккал/кг}$$

$$428,5 \text{ кг} - 14029,9 \text{ ккал/кг}$$

$$z \quad - 7000 \text{ ккал/кг}$$

$$z = \frac{428,5 \cdot 7000}{14029,9} = 213,79 \text{ кг} ; z = 213,79 \text{ кг} : 0,67 \text{ кг/нм}^3 = 319,08 \text{ нм}^3$$

$z = 213,79 \text{ кг}$ условного топлива требуется на 1 тонну готовой продукции или 182 м^3 природного газа на 1 тн готовой продукции (извести).

Для обжига мела принимаем три длинные вращающиеся печи размером $2,8 \times 50 \text{ м}$.

Техническая характеристика

Отношение $L/D_0 - 17,8$;

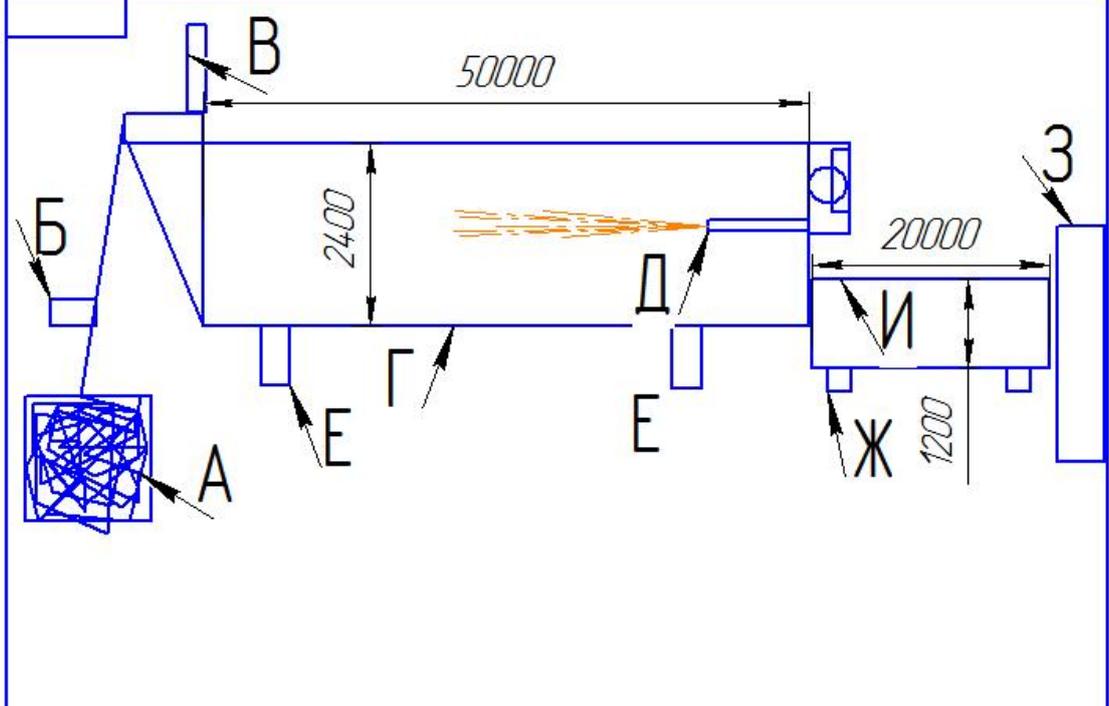
Уклон корпуса – $3,5\%$;

Частота вращения корпуса - $1-1,5 \text{ обор/мин}$;

Производительность – $3,2 \text{ т/ч}$;

Удельный расход условного топлива на 1 т физической извести – 346 кг ;

Потребляемая электроэнергия – $5,4 \text{ кВт} \cdot \text{ч/т}$;



- А-сырьё*
- Б-подёмник*
- В-труба для дыма*
- Г-вращающей печь*
- Д-горелка*
- Е-вращатель печи*
- Ж-вращатель холодильника*
- З-склад*
- И-холодильник*

Технологическая схема производства комовой извести.

ВЫВОДЫ ПО ГЛАВЕ:

В данном курсовом проекте рассчитывается известковый завод с производительностью 27740 т/год.

Для обеспечения данной производительности завод ежегодно потребляет 49535 т/год исходного сырья, 149796 кВт×ч электроэнергии и 847 т условного топлива.

На заводе используется следующее технологическое оборудование: молотковая дробилка, инерционный грохот, вращающейся печь, ленточный элеватор, ленточные и пластинчатые транспортеры.

ГЛАВА 3. Разработка новой конструкции агрегата для производства гидроокиси кальция

Стационарное изготовление пушонки.

Централизованное гашение в подготовленных условиях завода позволяет не только получать более качественный конечный продукт, но и достаточно долго его хранить. Причем со временем свойства гашеной извести станут только лучше, а объем готовой смеси больше.

В условиях завода есть возможность отслеживать процесс приготовления каждой отдельной партии. Поэтому, если гашение происходит медленно, необходимо воду добавлять порционно. Важно следить за тем, чтобы известь при гашении не перегрелась, а вода во время процесса не закипела.

Выход готового продукта, если он качественный, должен быть в два раза больше, чем первоначальная сухая известь негашеная. Готовая гидратная известь будет иметь 4 классификации.

Государственная стандартизация

Естественно, как и любой строительный материал, а также смесь, известь может быть нескольких видов. Классификация негашеной извести, зависит от содержания оксидов кальция и магния. Так, первый сорт, классифицируемый ГОСТ 9179-77 должен иметь соединение $\text{CaO}+\text{MgO}$ в количестве не менее 90 %. А во втором сорте этому соединению отводится уже 80 %.

Чем ниже сорт, тем меньше не только оксидов кальция и магния в извести, но и меньшее количество воды используется для ее гашения. В самом последнем, четвертом сорте, воды может быть добавлено на уровне 60 % от объема сухой извести. Удельный вес гашеной извести (пушонки) составляет 450-550 м³. Сухая известь стоит в среднем 3 000 рублей за 1 тонну. А вот пушонка уже в 3 раза дороже – 8 000- 10 000 рублей за тонну. По своим свойствам любая известь должна соответствовать установленным нормам ГОСТа. Известковый порошок разводят в воде, которая вступает в реакции с оксидом кальция (или магния). Образуется гидроксид и происходит обильное

выделение тепла, в результате чего вода становится паром. Пары воды разрыхляют смесь, и вместо комков образуется порошок мелкой фракции.

Известь в зависимости от периода гашения бывает таких типов:

быстрогасящаяся (максимум за 8 минут);

среднегасящаяся (максимум за 25 минут);

медленногасящаяся (минимум за 25 минут).

Длительность гашения рассчитывается от смешивания с водой и до того момента, пока температура смеси прекращает увеличиваться. Обычно конкретное время указывается на упаковке.

С помощью гашения можно сделать гидратную известь (которую именуют пушонкой) или же известковое тесто. Чтобы вышла пушонка, нужно влить в известь 70-100% воды от ее веса. Делают ее обычно на заводах, в особых гидраторах.

РАСЧЕТ МАТЕМАТИЧЕСКОГО БАЛАНСА.

Процесс гашения извести происходит по реакции:



Реакция гашения извести протекает бурно, с большим выделением тепла. Вода, проникая в глубину известковых зерен, вступает в химическое взаимодействие с CaO, и выделяющееся при этом тепло превращает воду в пар. Так как переход воды в пар сопровождается увеличением объема, создаются внутренние растягивающие напряжения в зернах извести, приводящие к их измельчению в тонкий порошок.



$$M_{\text{Ca}} = 40 \text{ г}$$

$$M_{\text{O}} = 16 \text{ г}$$

$$M_{\text{H}} = 1 \text{ г}$$

Из этого реакции берём отношения молярные массы и составим следующие пропорция.

CaO	H ₂ O
56	18
1	x

Через эту пропорция определяем теоритический расход воды для полного гашения.

$$x=18/56=0,321$$

Пропорция показывает теоритической расход воды за полно гашения 1 кг извести понадобится 0,321кг вода.

Реакция **гашения извести** протекает бурно, с большим выделением тепла. Выделяющаяся теплота вызывает кипение воды, и часть воды станет паром. Поэтому, в практике понадобится, больше вода прибавить. Кроме этого, из печи выходит высокотемпературная известь. Мы в этом разделе хотели, прибавит, воды не ожидая её охлаждения. Высокотемпературная известь даст свою энергию воды. Оба энергии влияют на кипения воды, по этому в расчёте вычисляем общая энергия.

Данные:

$$C_{CaO} = 840 \frac{\text{Дж}}{\text{кгК}}$$

$$C_{H_2O} = 4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кгК}}$$

$$L = 2,26 \times 10^6 \text{ Дж/кг}$$

Где С-удельный теплоёмкость

L-удельная теплота парообразования воды

Q- Теплота

Q_г-выходящая теплота, при гашении 1 кг известь.

Из печи выходит разная температурная известь в разном производстве. Мы с начале посмотрим некоторые условия из них, чтобы найти оптимальная решения.

1. Температура выходящей известь из печей- 800⁰С.

В охлаждение 1 кг известь в 800⁰С теряет энергия Q₁.

$$Q_1 = mct = 1 \cdot 840 \cdot 700 = 588 \text{ кДж}$$

$$Q_{\Gamma} = 1160 \text{ кДж}$$

$Q_{\text{об}} = Q_1 + Q_{\Gamma}$ эти энергии нагревают и кипят воды.

$$Q_1 + Q_{\Gamma} = mct + mL$$

Отсюда найдём потери воды.

$$m = \frac{Q_1 + Q_{\Gamma}}{ct + L}$$

$$m_1 = \frac{588000 + 1160000}{4200 \cdot 85 + 2260000} = 0,688 \text{ кг}$$

$$m_0 = 0,321$$

$$m_{\text{об}} = m_1 + m_0 = 0,99 \text{ кг}$$

2. Температура известь выходящей из печей 900°C .

В охлаждение 1 кг известь в 900°C теряет энергия Q_1 .

$$Q_1 = mct = 1 \cdot 840 \cdot 800 = 672 \text{ кДж}$$

$$Q_{\Gamma} = 1160 \text{ кДж}$$

$Q_{\text{об}} = Q_1 + Q_{\Gamma}$ эти энергии нагревают и кипят воды.

$$Q_1 + Q_{\Gamma} = mct + mL$$

Отсюда найдём потери воды.

$$m = \frac{Q_1 + Q_{\Gamma}}{ct + L}$$

$$m_2 = \frac{672000 + 1160000}{4200 \cdot 85 + 2260000} = 0,7 \text{ кг}$$

$$m_0 = 0,321$$

$$m_{\text{об}} = m_2 + m_0 = 1,021 \text{ кг}$$

3. Температура известь выходящей из печей 1000°C .

В охлаждение 1 кг известь в 1000°C теряет энергия Q_1 .

$$Q_1 = mct = 1 \cdot 840 \cdot 900 = 756 \text{ кДж}$$

$$Q_{\Gamma} = 1160 \text{ кДж}$$

$Q_{об} = Q_1 + Q_г$ эти энергии нагревают и кипят воды.

$$Q_1 + Q_г = mct + mL$$

Отсюда найдём потери воды.

$$m = \frac{Q_1 + Q_г}{ct + L}$$

$$m_3 = \frac{756000 + 1160000}{4200 \cdot 85 + 2260000} = 0,732 \text{ кг}$$

$$m_0 = 0,321$$

$$m_{об} = m_3 + m_0 = 1,053 \text{ кг}$$

4. Температура известь выходящей из печей 1100°C .

В охлаждение 1 кг известь в 1100°C теряет энергия Q_1 .

$$Q_1 = mct = 1 \cdot 840 \cdot 1000 = 840 \text{ кДж}$$

$$Q_г = 1160 \text{ кДж}$$

$Q_{об} = Q_1 + Q_г$ эти энергии нагревают и кипят воды.

$$Q_1 + Q_г = mct + mL$$

Отсюда найдём потери воды.

$$m = \frac{Q_1 + Q_г}{ct + L}$$

$$m_4 = \frac{840000 + 1160000}{4200 \cdot 85 + 2260000} = 0,764 \text{ кг}$$

$$m_0 = 0,321$$

$$m_{об} = m_4 + m_0 = 1,085 \text{ кг}$$

5. Температура известь выходящей из печей 1200°C .

В охлаждение 1 кг известь в 1200°C теряет энергия Q_1 .

$$Q_1 = mct = 1 \cdot 840 \cdot 1100 = 924 \text{ кДж}$$

$$Q_г = 1160 \text{ кДж}$$

$Q_{об} = Q_1 + Q_г$ эти энергии нагревают и кипят воды.

$$Q_1 + Q_r = mct + mL$$

Отсюда найдём потери воды.

$$m = \frac{Q_1 + Q_r}{ct + L}$$

$$m_5 = \frac{924000 + 1160000}{4200 \cdot 85 + 2260000} = 0,796 \text{ кг}$$

$$m_0 = 0,321$$

$$m_{06} = m_5 + m_0 = 1,12 \text{ кг}$$

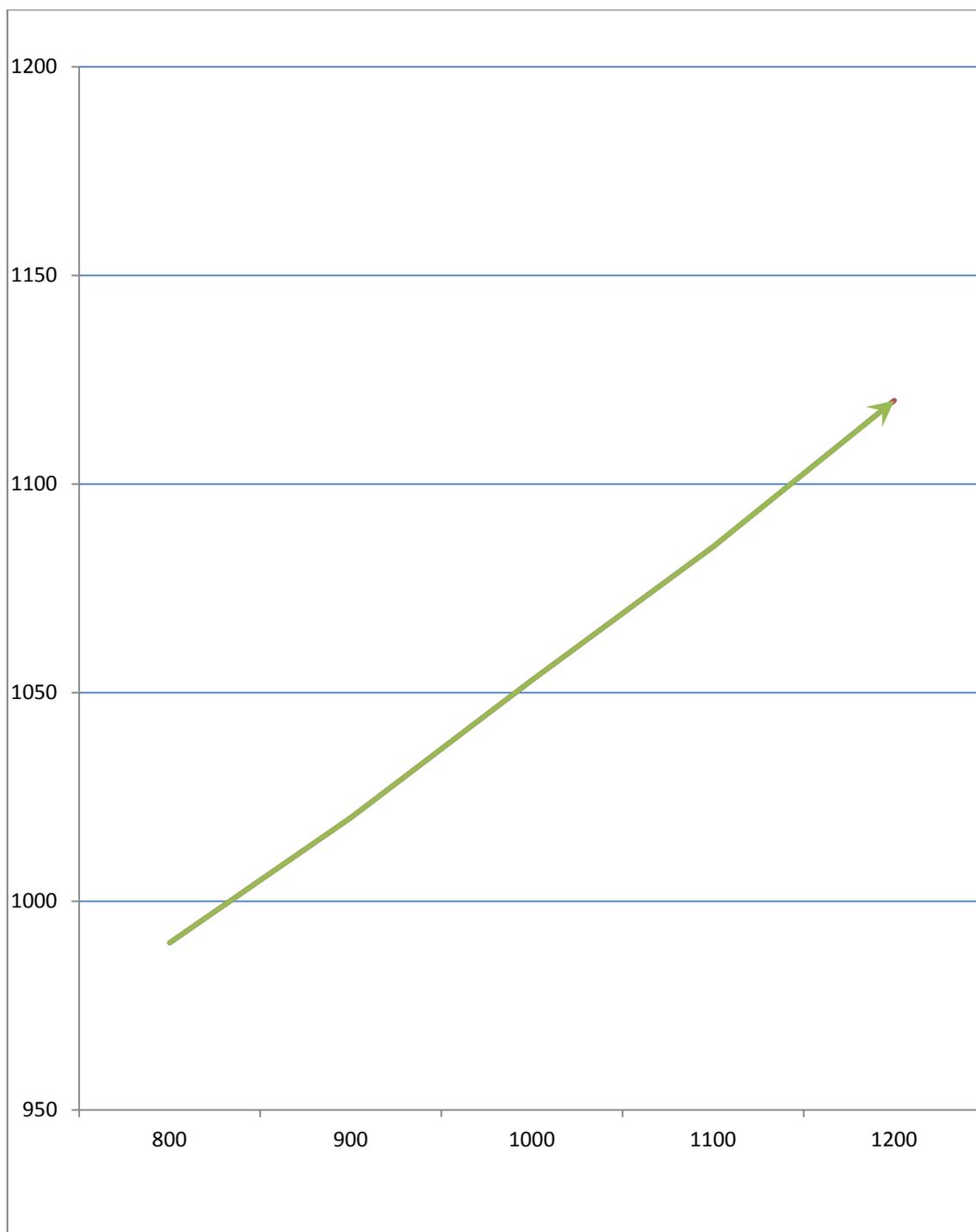
В этом графике показываем количеству воды в мл зависимости температура кг извести выходящей из печей. Смотря расчет и график составили функцию вычисляющий количества воды в миллилитрах для любого градуса выходящей кг извести из печей.

$$m = 0,325t + 730 \text{ мл}$$

где t - температура выходящей кг извести из печей.

m - количество воды в миллилитрах.

Диаграмма расход воды зависимости на температуру.



Ось горизонтальный-температура в C°.

Ось вертикальный-расход воды в мл.

Эта таблица показывает, что повышение расхода воды зависит от повышения температуры прямо пропорционально.

Суточный расход считается в следующем образам:

$$M = (0,325t + 730) \cdot \frac{A}{1000}$$

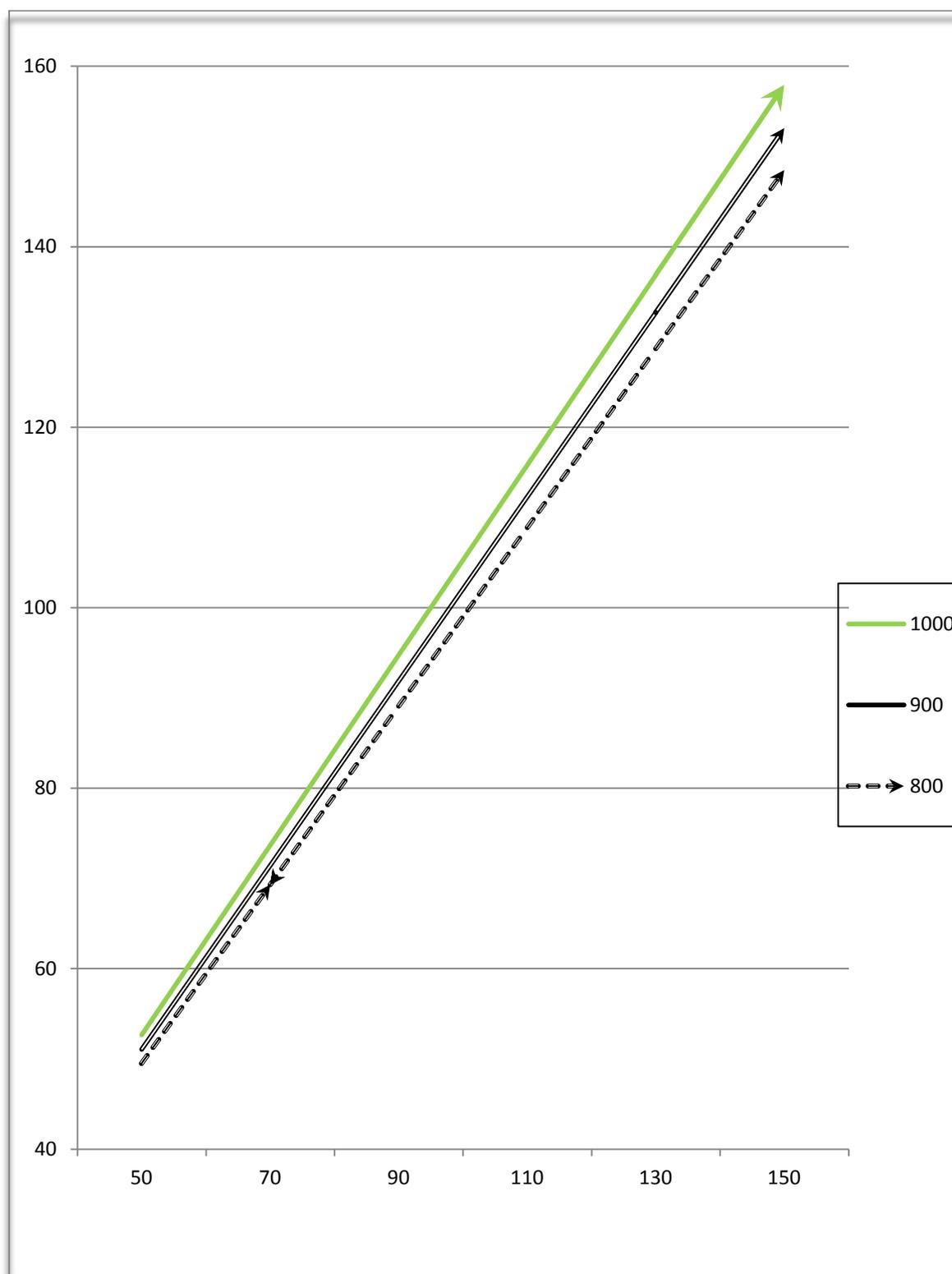
где M - суточная количество воды.

t - температура выходящей кг извести из печей.

Производительность извести.

Теперь вычисляем суточный расход воды в зависимости от производительности и температуры.

Диаграмма расход воды зависимости производительность.



Ось горизонтальный-производительность.

Ось вертикальный-расход воды.

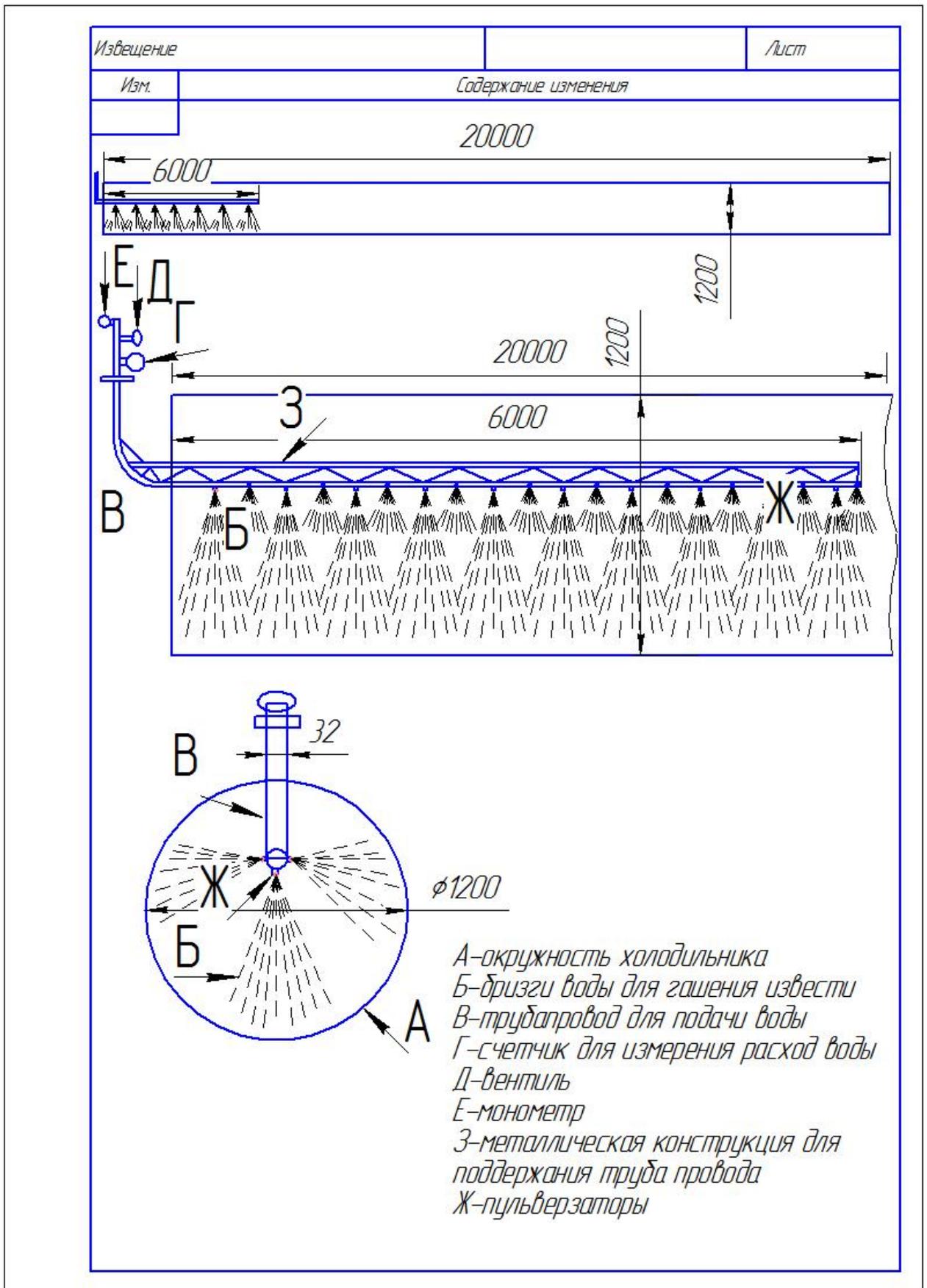
Здесь показано 800⁰, 900⁰, 1000⁰ температурная известь.

Для остальных случаев, то есть для любых температурных и любых производительностях составим следующая формула.

$$M = (0,325t + 730) \cdot \frac{A}{1000}$$

Таблица 3.1

производительность	Суточный расход воды в тоннах		
	800 ⁰	900 ⁰	1000 ⁰
50	49,5	51,05	52,65
70	69,3	71,47	73,71
90	89,1	91,89	94,77
110	108,9	112,31	115,83
130	128,7	132,73	136,89
150	148,5	153,15	157,95



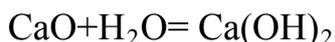
Конструкция «Агрегата для гашения извести», установленного в пространстве холодильника.

Устройства и принцип работы «Агрегата для гашения извести»

Агрегат призван для гашения свежесожженной извести в пространстве трубчатого вращающийся холодильника. Для этого агрегат устанавливают в начале холодильника на высоте 2/3 части диаметра холодильника, т.е. на 80см от уровня извести. Длина трубчатого (диаметр-32мм) распылителя агрегата составляет 6000мм. В нем установлены медные пульверизаторы в три ряда на нижней части распылителя через каждые 15см, в целом общее количество пульверизаторов составляет 114единиц. Расчет количество пульверизаторов произведено из расчета пульверизации объема воды в количестве 3200л в час.

Принцип работы агрегата заключается в том, что вода подается через регулируемый вентиль на распылитель, где под давлением распыляется через пульверизаторы. Пульверизаторы установлены таким образом, чтобы создавать одинаковый водно-паровой туман в пространстве холодильника. Это позволяет распределение частиц воды на весь объем извести, чтобы добиться равномерному протеканию реакций между частицами негашеной извести и воды.

Реакция протекает по следующей реакции:



В результате мы добьемся превращения всего объема извести в гидроксид кальция – в пушонку $\text{Ca}(\text{OH})_2$

Распыления воды над известью производятся на расстоянии 6 метров от начало холодильника, этого расстояния достаточно для полного гашения извести. В дальнейшем, в оставшейся части холодильника происходит завершении реакции и испарения излишней влаги.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ:

Самыми распространенными воздушными вяжущими веществами является известь воздушная.

Известь строительную воздушную получают обжигом известковых и известково-магнезиальных карбонатных пород до возможно полного удаления углекислоты. Содержание примесей глины и кварцевого песка в карбонатных породах не должно превышать 68% (при большем количестве этих примесей в результате обжига получают гидравлическую известь).

Различают следующие виды воздушной извести: известь негашеная комовая (кипелка); известь негашеная молотая; известь гидратная (пушонка); известковое тесто.

Известь негашеная комовая — смесь кусков различной величины, получаемая путем обжига природных карбонатных пород при температуре 1000-1200°C.

Известь негашеная молотая — порошковидный продукт тонкого измельчения комовой извести.

Гидратная известь — высокодисперсный сухой порошок, получаемый гашением комовой или молотой негашеной извести водой или водяным паром в количестве, обеспечивающем переход оксидов кальция и магния в их гидраты.

Известковое тесто получают гашением комовой или молотой негашеной извести водой в количестве, обеспечивающем переход оксидов кальция и магния в их гидраты и образование пластичной тестообразной массы. Выдержанное тесто содержит обычно 50-55% гидратов оксидов кальция и магния и 45,50% механически и адсорбционно связанной воды.

Пластичность теста и объем песка, который может быть в него добавлен определяются количеством теста, получаемого при гашении 1 кг извести: чем его больше, тем оно пластичнее, и тем больше песка может принять при изготовлении удобных для обработки растворов. Высококачественные сорта извести при правильном гашении характеризуются выходом теста 2,5-3,5 л и

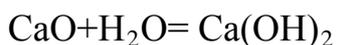
больше. Такие извести называют жирными, с меньшим выходом теста — тощими.

В молотую негашеную, а также в гидратную, известь для повышения пластичности и водостойкости допускается вводить тонкоизмельченные минеральные добавки (доменные и топливные шлаки, золы, вулканические породы, кварцевые пески, трепел).

С помощью нового агрегата можно получить свежегашеная известь без дополнительных расходов. Для этого агрегат устанавливают в начале холодильника на высоте 2/3 части диаметра холодильника, т.е. на 80см от уровня извести. Длина трубчатого (диаметр-32мм) распылителя агрегата составляет 6000мм. В нем установлены медные пульверизаторы в три ряда на нижней части распылителя через каждые 15см, в целом общее количество пульверизаторов составляет 114единиц. Расчет количество пульверизаторов произведено из расчета пульверизации объема воды в количестве 3200л в час.

Принцип работы агрегата заключается в том, что вода подается через регулируемый вентиль на распылитель, где под давлением распыляется через пульверизаторы. Пульверизаторы установлены таким образом, чтобы создавать одинаковый водно-паровой туман в пространстве холодильника. Это позволяет распределение частиц воды на весь объем извести, чтобы добиться равномерному протеканию реакций между частицами негашеной извести и воды.

Реакция протекает по следующей реакции:



В результате мы добьемся превращения всего объема извести в гидроксид кальция – в пушонку $\text{Ca}(\text{OH})_2$

Распыления воды над известью производятся на расстоянии 6 метров от начало холодильника, этого расстояния достаточно для полного гашения извести. В дальнейшем, в оставшейся части холодильника происходит завершении реакции и испарения излишней влаги.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- 1.«Стратегии действий по пяти приоритетным направлениям развития Республики Узбекистан в 2017–2021 годах». Мирзиёев Ш.М. 7.02.2017 г.
- 2.<https://www.gazeta.uz/ru/2017/02/07/strategy/>
3. «Производство извести». Монастырева А.В. М.: Высшая школа, 1971 г.
4. Негашенная известь как новое вяжущее вещество. (Б.В.Осин.Под.пред. П.А.Ребендера)
5. международной конференции, 2007 г, Харьков. Украина
6. Производство извести в прямоточно-противоточной шахтной печи. Технологическая инструкция ТИ 227-СТ-13-2002.
7. <http://build-you.ru/materials/izvest-gashenaya/>
© Sobinam.ru
8. Анистратов Ю.И. Технологические процессы открытых горных работ.– М.: Недра, 1995.
9. Вторичные материальные ресурсы черной металлургии / В.Г. Варишников, А.М. Горелов, Г.П. Папков и др.: Справочник. Т. 2. – М.: Экономика, 1986.
10. Патент 2155726 Российской Федерации Автор(ы): Дружбин Г.А.; Карапира Н.И.; Кузнецов И.О.; Чудновцев В.И.Филатов С.С. Вентиляция карьеров. – М.: Недра,1981.
11. Михайлов В.А. Борьба с пылью на рудных карьерах. – М.: Недра, 1981.
12. Н.К. Морозов «Механическое оборудование заводов сборного железобетона». Киев «Высшая школа» 1977.
13. Чуянов Г.Г. Обезвоживание, пылеулавливание и охрана окружающей среды. – М.: Недра,1987.
14. Обогащение полезных ископаемых: Итоги науки и техники / ВИНТИ. – Т.11 – М.: ВИНТИ, 1977.
15. Сладков А.С. Подготовка флюсов к доменной плавке. – М.: Металлургия, 1966.
16. www.strommash.ru, www.hjcrusher.ru

17. Паротеплогенерирующие установки промышленных предприятий: учеб. Пособие для вузов / Губарев А.В. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2013.
18. Расчеты печей и сушил силикатной промышленности / Левченко П.В., 1968.
19. Тепловой расчет котлов (нормативный метод), 1998.
20. Тепловой расчет котельных агрегатов (Нормативный метод). Под ред. Н. В. Кузнецова и др., М., "Энергия", 1973.
21. Котельные агрегаты / Рабинович О.М., М. - Л.: 1963,
22. Монастырев А. В., Александров А. В., Печи для производства извести. Справочник, М., 1979.
23. Как самому построить дом. (А.М. Шепелев. С.И. Букреев)
24. Кладка печей своими руками.(А.М. Шепелев)
25. Водоподготовка(ФрогБ.Н., Первов А.Г.)
26. Сотрудничество для решения проблемы отходов. Матерялы 4-й
27. Патент. 2192398 РФ, МПК С04В2/08
28. Современные работы по закладке фундамента. Крейс.В.А
29. Плодородие почвы при длительном применении удобрений и извести. (Алексей Дмитриевич хлыстовский)
30. Строительное искусство. (Густав К)
31. Сельское хозяйство Молдавии (Молдавиан С,С,Р)
32. Химические реакторы, их приготовление, свойства, испытание и употребление. (А.И. Коренблит)
33. Очерки истории вяжущих веществ. (И.Л. Значко-Иворский)
34. Строительные минеральные вяжущие материалы. (Леонид Дворкин. Олег Дворкин)
35. Строительные материалы и грунты (Погреба) (Илья Мельников)
36. Реферативный журнал, том 22
37. Печные работы (Анатолий Стаценко. Василий Иванченко)
38. Справочник каменщика (В.Левадный.В.Самойлов)
39. (Монастырева А.В. «Производство извести». М.: Высшая школа, 1971 г).

40. (Патент RU №2213918, F27B 1/00 от 18.03.2002 г.).
41. Патент Швейцарии 679039, C 04 B 2/08, B 28 C 5/38.
42. Разработана И. Н. Фентисов, Э. Н. Шебаниц. Мариуполь, ОАО ММК им. Ильича. 2002г.
43. «Печи для производства извести» А.В.Монастырей, А.В.Александров Москва «Металлургия» 1979.
44. Технологическая инструкция 81тайс Олейник А.В. 2002.
45. WWW.BCLM.CO.UK/MAP18.HTM
46. Горячев Г.И., Баженов Ю.М. Строительные материалы – М.: Стройиздат, 1986.
47. Экология и охрана окружающей среды при открытых горных работах / П.И. Томаков, В.С. Коваленко, А.М. Михайлов, А.Т. Колошников. – М.: Издательство МГГУ, 1994.
48. Пономарев В.В. Известняки.– Докучаевск, 2005..
49. А.В. Волженский «Минеральные вяжущие вещества» Стройиздат, 1986.
50. А.Г. Комар, Ю.М. Баженов, Л.М. Сулименко «Технология производства строительных материалов» «Высшая школа» 1990.
51. Н.К. Морозов «Механическое оборудование заводов сборного железобетона». Киев «Высшая школа» 2977.
52. Ткаченко Г.А. «Методические указания». Ростов-на-Дону государственная академия строительства.