Министерство образования и науки Республики Казахстан

Павлодарский химико-механический колледж

**Контрольная работа**

На тему: Производство глинозема

По предмету: Введение в специальность: «Производство алюминия»

Павлодар 2011 год

**Содержание**

1. Краткая характеристика производства (назначение процесса, актуальность технологии, применение продукта)

2. Характеристика сырья и готового продукта

3. Химизм процесса (теоретические основы процесса)

4. Технологическая схема производства (копия технологической схемы)

5. Описание основного аппарата (копия)

6. Техника безопасности

7. Список используемой литературы

**1. Краткая характеристика производства (назначение процесса, актуальность технологии, применение продукта)**

Спеченный глинозем – это современный материал высокого качества, нашедший применение в изготовлении особо термостойких изделий.

Наряду с ним в промышленности применяются глинозем табулярный и реактивный, которые отличаются технологией изготовления и рядом характеристик.

Глинозем спеченный, он же кальцинированный – это оксид алюминия, повергшийся дополнительной температурной обработке – кальцинаций.

При кальцинации глинозем нагревают до высоких температур, но, не позволяя кристаллам оксида алюминия отправиться.

За счет подобной дополнительной температурной обработки глинозем получает ряд ценных и полезных свойств.

От плавленого глинозема этот вид материала отличается тем, что имеет в своей структуре микропоры, и поэтому намного лучше формируется и связывается. Спеченный вид искусственного глинозема обладает следующими отличительными свойствами:

* Электроизоляция
* Повышенная огнеупорность
* Улучшенная механическая прочность
* Повышенная стойкость к износу и истиранию
* Способность придания точных размеров и форм готовым изделиям.

Кальцинированный глинозем может выпускаться в различных фракциях, в зависимости от степени измельчения и размеров кристаллов. Различные сорта этого материала выполняют различные функции в составе огнеупорных материалов и придают им дополнительные свойства.

Наиболее важные из них:

* Увеличение ресурса и общего срока службы изделий за счет увеличения содержания оксида алюминия
* Высокая плотность частиц за счет их небольшого размера и как результат повышение механической прочности и устойчивости к истиранию и износу
* Высокая огнеупорность и стойкость к термическим ударам за счет взаимодействия материала со связующими элементами как глиноземистый цемент или глина.

Может изготавливаться и применяться как в свободном, неформованном виде, так и в виде связанных, монолитных изделий.

Кальцинированный глинозем используется при производстве следующих изделий:

* Свечи зажигания
* Фарфоровые изделия
* Керамические фильтры
* Износостойкая керамика
* Высоковольтные изоляторы
* Санитарно-технические изделия
* Керамические изделия для электроники
* Изделия технической и инженерной керамики
* Керамическая плитка и т.д.

Кальцинированный глинозем нашел применение в следующих отраслях: производство корунда, огнеупорная, стекольная, химическая промышленность, производство бытовой, электротехнической, технической и износостойкой керамики.

**2. Характеристика сырья и готового продукта**

**Боксит** (фр. *bauxite*) (по названию местности [Baux](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%91%D0%BE_%28%D0%9F%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D1%81%29) на юге Франции) — алюминиевая руда, состоящая из гидроксидов [алюминия](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%BB%D1%8E%D0%BC%D0%B8%D0%BD%D0%B8%D0%B9), оксидов железа и [кремния](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D1%80%D0%B5%D0%BC%D0%BD%D0%B8%D0%B9), сырьё для получения глинозёма и глинозёмосодержащих огнеупоров. Содержание глинозёма в промышленных бокситах колеблется от 40 % до 60 % и выше. Используется также в качестве [флюса](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A4%D0%BB%D1%8E%D1%81_%28%D0%BC%D0%B5%D1%82%D0%B0%D0%BB%D0%BB%D1%83%D1%80%D0%B3%D0%B8%D1%8F%29) в чёрной металлургии.

Обычно бокситы представляют собой землистую глиноподобную массу, которая может иметь полосчатую, пизолитовую (гороховидную) либо однородную текстуру. В обычных условиях выветривания [полевые шпаты](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%BE%D0%BB%D0%B5%D0%B2%D0%BE%D0%B9_%D1%88%D0%BF%D0%B0%D1%82) (минералы, составляющие большую часть земной коры и являющиеся [алюмосиликатами](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%BB%D1%8E%D0%BC%D0%BE%D1%81%D0%B8%D0%BB%D0%B8%D0%BA%D0%B0%D1%82)) разлагаются с образованием глин, но в условиях жаркого климата и высокой влажности конечным продуктом их разложения могут оказаться бокситы, т. к. подобная обстановка благоприятствует выносу щёлочей и [кремнезёма](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D1%80%D0%B5%D0%BC%D0%BD%D0%B5%D0%B7%D1%91%D0%BC), особенно из сиенитов или габбро. Бокситы перерабатывают в [алюминий](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%BB%D1%8E%D0%BC%D0%B8%D0%BD%D0%B8%D0%B9) поэтапно: сначала получают оксид алюминия (глинозём), а затем металлический алюминий (электролитическим способом в присутствии [криолита](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D1%80%D0%B8%D0%BE%D0%BB%D0%B8%D1%82)).

**Свойства глинозема**

Алюминий образуется с кислородом три окиси: . В субокиси  он одновалентен, в  - трехвалентен, а в *AlO* проявляет смешанную валентность. Субсоединения  и  могут быть получены при высоких температурах восстановлением или термическим разложением  но практического значения эти процессы пока не имеют.

Сырьем для производства алюминия служит глинозем - порошкообразная окись алюминия, состоящая из двух разновидностей (модификаций) окисла:  (альфа-глинозем) и  (гамма-глинозем). Альфа-окись алюминия - наиболее устойчивая форма, встречается в природе в виде минерала корунда. Он имеет прочную структуру, большую твердость и химическую стойкость: температура плавления корунда (2054±6)°С. Гамма-глинозем получается при обезвоживании гидроокиси алюминия, хорошо взаимодействует с растворами щелочей и кислот, обладает высокой гигроскопичностью. Даже нагретый до 1000°С гамма глинозем удерживает около 1% воды, и лишь продолжительная выдержка при 1200°С полностью его обезвоживает. Гамма-глинозем при этом превращается в корунд.

**3. Химизм процесса (теоретические основы процесса)**

Производство алюминия начинается с производства глинозёма. Глинозём – Al2O3 белое кристаллическое вещество. Известен в виде двух модификаций альфа (корунд) и гамма глинозёма. Корунд встречается в горных породах в виде бесцветных кристаллов. Однако чаще всего природный корунд загрязнён магнетитом, гематитом, кварцем и др. Кристаллы альфа Al2O3 окрашены в красный цвет (рубин), в синий (сапфир), являющихся драгоценными минералами. Глинозём гамма модификации в природе не встречается и образуется при обезвоживании гидроокисей в температурном интервале 500 – 900 градусов Цельсия. При нагревании от 900 – 1200 он превращается в альфа Al2O3.

Способы получения глинозёма, заключающиеся в обработки руды щелочами, связывающими глинозём в растворимый алюминат натрия, наиболее просты и экономичны. Для перевода глинозёма в алюминат натрия руду непосредственно обрабатывают щёлочью (способ Байера), либо спекают с солями щелочных и щелочноземельных металлов, получая твёрдые алюминаты, которые затем выщелачивают водными растворами.
Способ спекания применяется для переработки высококремнистого боксита.
Приготовленная шихта из тонко измельчённого боксита, известняка, соды, оборотных продуктов нагревается и спекается при температуре 1100-1300 0С в трубчатых вращающихся печах. Полученный спёк в виде кусков различного размера и определённого минералогического состава обрабатывается оборотными щелочными растворами слабых концентраций или водой для перевода глинозёма и щелочей в алюминатный раствор. После очистки раствора от твёрдых примесей и кремнезёма его разлагают методом карбонизации или декомпозиции для получения в осадке гидроокиси алюминия. Гидроокись алюминия после промывки и фильтрации направляется на кальцинацию при высокой температуре в трубчатых вращающихся печах. После охлаждения глинозём отправляется потребителю.

Сухой щелочной способ (спекание; позволяет получать чистый глинозем из руд (низкосортных бокситов, нефелинов и др.) с высоким (выше 6%) содержанием кремнезема. Алюмосодержащая порода измельчается с известняком и содой и спекается в печах при температуре 1200—1300°, в результате чего окись алюминия превращается в растворимый в воде щелочной алюминат Na20»Al203, а кремнезем связывается в нерастворимый двухкальциевый силикат. После выщелачивания, сгущения, промывки и отделения шлама чистый алюминий разлагается методом карбонизации. В дальнейшем процесс идет так же, как и при *способе Байера*. Для нефелиновых руд наиболее рационален сухой щелочной способ, к-рый позволяет осуществить комплексную переработку нефелиновой породы с получением дополнительных продуктов— соды, поташа и цемента. Алунитовые руды перерабатываются также по сухому щелочному способу с получением в виде побочных продуктов серной кислоты и поваренной соли.

На одну тонну глинозема на нефелиновом сырье расходуется 5—6 т нефелиновой руды, 7—8 т известняка, 1,5—2,0 т угля для печей спекания и 5—6 т пара высокого и низкого давления. Структура основных фондов глинозёмного завода (действующий завод средней мощности, работающий на бокситах, способ Байера) в %: здания и сооружения — 70, оборудование с монтажом — 26, прочие — 4; выпуск глинозема на 1 млн. руб. капиталовложений (т/100 руб. в год — 1,1—1,2).

Способ Байера, в настоящее время доминирующий в производстве глинозема, пригоден только для переработки малокремнистых бокситов (с модулем выше 7). По способу же спекания можно перерабатывать на глинозем не только всякие бокситы, но и нефелины, глины, каолины и другие алюмосиликатные породы, запасы которых практически неисчерпаемы. Впервые этот способ был применен в 1858 г. Луи Ле-Шателье, он стал получать глинозем из бокситов, спекая их с содой и разлагая затем алюминатные растворы углекислым газом. Однако в таком виде способ не пригоден для переработки кремнистых бокситов из-за больших потерь Al2O3 и Na2O, а для высокосортных бокситов выгоднее способ Байера.

Мюллер (1880 г.) предложил при спекании алюмосиликатов добавлять, кроме соды, магнезит или доломет для связывания кремнезема в силикаты щелочноземельных металлов, не растворимые в воде.

В 1897 г. Пеняков предложил способ алюминатных руд с Na2SO4 в присутствии восстановителя, а в 1916 г. способ спекания богатых кремнеземом руд только с известняком.

Всестороннее развитие и усовершенствования способа спекания применительно к высококремнистым бокситам, нефелинам и другим алюмосиликатным породам всецело связане с именами советских ученых. Под руководством А.А.Яковкина и И.С.Лилива при участии В.Н.Мазеля, Ф.Н.Строкова и др. был разработан способ спекания сухой боксито-известняково-содовой шихты. Этот способ был применен на Волховском алюминиевом заводе для переработки бокситов Тихвинского месторождения. Позднее по предложению В.А.Мазеля на Тихвинском глиноземном заводе был осуществлен вариант спекания мокрой шихты.

Переработка нефелинового сырья способом спекания освоена на трех заводах: на Волжском алюминиевом, Пикалевском глиноземном и Ачинском глиноземом комбинате.

В состав бокситовой шихты для способа спекания входят: боксит, известняк, оборотный содовый раствор, свежая сода для компенсации потерь щелочи в процессе и оборотные продукции (шламы обескремнивания, шлам каустификации).

При спекании такой шихты образуется хорошо растворимый в воде алюминат натрия малорастворимый двухкальциевый силикат и нестойкий к гидролизу феррит натрия по следующим реакциям:



В соответствии с этими реакциями в шихте должна быть выдержаны следующие молекулярные отношения:



Для низкокремнистых бокситов может быть применено спекание боксита с содой без добавки известняка. Этот метод называется термическая каустификация, он позволяет каустифицировать соду, образующуюся в процессе Байера, а также заменить дорогостоящую К. щелочь содой.

Полученные спеки как бокситовые, так и нефелиновые выщелачивают оборотными растворами или промывными водами. При этом Al2O3 переходит в раствор в виде алюминатов щелочных металлов; феррит натрия гидролизуется с образованием нерастворимой гидроокиси железа и едкой щелочи, способствующей повышению стойкости алюминатных растворов. Образовавшийся двух кальцевый силикат при взаимодействии с алюминатным раствором частично разлагается, и кремнезем при этом переходит в раствор. Но большая часть двухкальциевого силиката остается в шламе. Шлам отделяют от алюминатного раствора, а алюминатный раствор подвергают обескремниванию и разложению для выделения гидроокиси алюминия. Маточный раствор, получаемый после выделения гидроокиси алюминия, при производстве глинозема из боксита упаривают до определенной концентрации солей и используют для приготовления исходной шихты. Шлам, получающийся при выщелачивании бокситовых спеков, в настоящее время не используют и выбрасывают на шламовое поле.

Подготовка шихты для спекания

Аппаратура и технология этого передела определяются следующими требованиями процесса спекания: компоненты шихты должны быть тонко измельчены, точно сдозированы и хорошо смешаны; шихта должна содержать минимальное количество влаги, необходимое для обеспечения ее текучести (увеличение влаги в шихте приводит к увеличению расхода топлива на ее испарение и уменьшению производительности печей спекания); в шихте должны быть строго выдержаны заданные молекулярные соотношения компонентов.

Приготовление шихты сводится к выполнению следующих операций: а) дробление боксита известняка; б) мокрого размола компоненты шихты; в) корректировки шихты.

Как правило, эти руды поступают на завод в виде крупных кусков. В зависимости от крупности, твердости и влажности дробление руд проводится в несколько стадий в щековых, капусных, и малотоковых дробилках. Крупность дробления должна быть достаточной для последующей операции – размола. Взмол ведут в трубчатых мельницах при производстве глиноземе из бокситов, боксит и известняк размалывают вместе в содовом растворе после выпарки. Для компенсации потерь щелочей в шихту подают свежую соду. При переработке бокситов и нефелинов в шихту вводят белый шлам от обескремнивания алюмосиликатных растворов.

Компоненты дозируют таким образом, чтобы после окончания размола получить шихту требуемого состава.

Шихту после размола закачивают в емкости с воздушным перемешиванием, называемые коррекционными бассейнами, в которых осуществляют окончательную корректировку шихты. Из коррекционных бассейнов пульпа через питающие бассейны откачивается на печи спекания.

Спекание бокситовых шихт

Назначение этого передела заключается в возможно более полном связывании окиси алюминия и окислов щелочных металлов шихты в щелочные алюминаты, а соединение кремния – в двукальцевый силикат. Кроме этих соединений, при спекании образуются феррит натрия и другие продукты. Образование всех этих соединений возможно при высокотемпературном обжиге шихты температуры спекания определяются минералогическими и химическими составами материалов, входящих в шихту, и составляют для бокситовых шихт около 1150-1250°С.

В процессе спекания последовательно происходит обезвоживание мокрой шихты, нагрев материала, диссоциации известняка, образование спека, охлаждение спека.

Для спека бокситовой шихты применяются барабанные вращающиеся печи диаметром 3-5 м и длиной 50-100.

В качестве топлива для печей спекания используются уголь, мазут, газ. Охлаждение спека от 1000-1100 до 100°С осуществляется во вращающихся барабанных или колосиликовых холодильниках.

После дробления спек направляют на выщелачивание, а отходящие из печей спекания газы очищают от пыли в системе последовательно расположенных пылевых камер, циклонов и электрофильтров. Уловленную пыль возвращают в печи, а часть газов после дополнительной очистки подают на карбонизацию (если существует такой передел).

Изучение физико-химических превращений при спекании различных шихт затруднено наличием большого числа реагирующих окислов, свободных или связанных. Их бывает не менее пяти, а обычно больше.

**Взаимодействие между Na2CO3 и Al2O3 при нагревании**

Реакция между этими окислами – одна из наиболее важных в бокситовой шихте, так как в результате этой реакции получается растворимый алюминат натрия.

Реакция между окисью алюминия боксита с содой завершается с образованием метаалюмината натрия – Na2CO3 ∙Al2O3 (NaAlO2).

Взаимодействие между содой и окисью алюминия протекает по реакции:



Взаимодействие между Na2CO3 и Fe2O3

Образование феррита натрия в производстве глинозема способом спекания играет немаловажную роль. При выщелачивании спека феррит натрия разлагается в результате гидролиза с освобождением едкой щелочи, необходимой для повышения стойкости алюминатных растворов. Феррит натрия образуется, как и алюминат натрия по реакции:



**Взаимодействие между CaCO3 и Al2O3**

При высыхании температурах взаимодействия образуются алюминаты кальция, которые важны не только в производстве глинозема, но и целлита, огнеупоров, керамики. Поэтому система CaO – Al2O3 изучалась многократно и тщательно. Согласно последним данным, при спекании различных шихт, не содержащих щелочь, в спеках образуются CaO∙Al2O3; 12 CaO∙7Al2O3; 5CaO∙3Al2O3, представленное твердым раствором алюминатов кальция с SiO2; и MgO др. компонентов.

**Взаимодействие между CaCO3 и SiO2**

В системе CaO – SiO2 известны следующие соединения: 1) метасиликат кальция (CaO∙SiO2) с температурой плавления 1540°С. Устойчив до 1150°С ниже образуется β CaO∙SiO2

2) трехкальциевый силикат 3CaO∙2SiO2, с температурой плавления 1475°С;

3) ортосиликат (двухкальциевый силикат) кальция 2CaO∙SiO2, плавится при 2130°С;

4) трехкальциевый силикат 3CaO∙SiO2 получается при длительном обжиге смеси CaO и SiO2 при температуре от 1400 до 1500°С.

В производстве глинозема по способу спекания наибольшее значение имеет ортосиликат кальция, так как он возникает первым при нагревании смеси CaO с SiO2 любой пропорции. Установлено, что независимо от соотношения CaO и SiO2 в исходной смеси (от 1:1 до 3:1) в начале спекания образуется всегда двухкальциевый силикат.

**Взаимодействие CaCO3 с TiO2 и Fe2O3**

TiO2 и CaO образуют метатитанат кальция (CaO∙TiO2) или первекит. Такое же соединение образуется и в присутствии щелочных карбонатов. Следовательно, при производстве глинозема по способу спекания следует добавлять столько известняка, чтобы он связал не только кремнезем, но и TiO2.

В этом случае метатитанат натрия образовываться не будет, что снизит потери щелочи. При спекании ненасыщенной содой шихты окись железа образует с CaCO3 ферриты кальция. В системе CaO–Fe2O3 давно известны два феррита: CaO∙Fe2O3 и 2CaO∙Fe2O3.

Первым при спекании образуется 2CaO∙Fe2O3, поэтому если в смеси отношение CaO к Fe2O3 равно 2,0 то при всех температурах образуется 2CaO∙Fe2O3.

Поскольку при низких температурах с содой образуется скорее феррит, чем алюминат, то, если соды не хватает для полного связывания Al2O3 и Fe2O3, она расходуется в основном на образовании феррита натрия, а глинозем остается свободным, но при 900°С и выше продукт реакции состоит главным образом из алюмината натрия, что обусловлено вытеснением Na2O из феррита по реакции:



С увеличением концентрации феррита натрия снижается температура плавления твердых растворов и уменьшатся термическая площадка спекообразования.

Таким образом, в зависимости от молекулярного отношения Na2O: R2O3 в системе Na2O – Al2O3 – Fe2O3 могут образовываться и одновременно присутствовать следующие фазы:

1. при молярном отношении Na2O: R2O3>1 – твердые растворы Na2O·Al2O3 – Na2O·Fe2O3 и свободная Na2O и Na2CO3;
2. при Na2O: R2O3= 1 – только твердые растворы Na2O·Al2O3 – Na2O·Fe2O3;
3. при Na2O: R2O3<1 образуются два типа твердых растворов: Na2O·Al2O3 – Na2O·Fe2O3 и β·Al2O3 – β ·Fe2O3 или Na2O·11(Al,Fe)2O3;

Невыгодно добавлять в шихту соды сверх одного моля на моль Al2O3 + Fe2O3, так как избыток соды образует при обжиге с силикатом кальция соединения, которые очень медленно разлагаются в воде и щелочах, что вызывает повышенные потери щелочи.

**Взаимодействие между Na2CO3, Al2O3, Fe2O3 и SiO2**

Эта система отражает основные превращения, протекающие при спекании малокремнистого боксита с содой. Высокое извлечение Al2O3 и Na2O из спеков при такой системе возможно лишь для бокситов с небольшим содержанием кремнезема, которые выгоднее перерабатывать по способу Байера. Но иногда выгодно небольшую долю таких бокситов перерабатывать спеканием (параллельная схема сочетания способов для термической каустификации соды.

Такая бокситовая шихта называется двухкомпонентной (боксит+сода).

При рассмотрении условий спекания смеси Na2CO3, Al2O3 и SiO2 указывалось, что спеки состоят в основном из алюмината и алюмосиликата натрия.

При добавлении Fe2O3 в спеке появляется феррит натрия в количестве, определяемом молярным отношением Na2CO3 к Al2O3 + Fe2O3. Если соды достаточно для полного связывания Al2O3 и Fe2O3, вся окись железа превращается в феррит натрия получается в спеке лишь столько, сколько соды осталось от связывания SiO2 и Al2O3.

При выщелачивании спека феррит натрия разлагается, освобождая каустическую щелочь, которая повышает стойкость алюминатных растворов. Поэтому соду обычно вводят на полное связывание Al2O3 и Fe2O3.

Таким образом спекание смеси Na2CO3, Al2O3, Fe2O3 и SiO2 дает спек, состоящий из алюмината, алюмосиликата и феррита натрия. При этих условиях зависимость между выходом Al2O3 (%) и процентным содержанием кремнезема (S) и глинозема (a) в боксите выражается следующим равенством:



Если состав шихты выражен в молях:





где S и n – количество молей SiO2 и Na2O на 1 моль Al2O3 в боксите.

Образованием твердых растворов между алюмосиликатом и ферритом натрия могут объясняться повышенные потери щелочи против стехиометрии на образование алюмосиликате натрия при выщелачивании спека из содобокситовой шихты.

Полное извлечение Al2O3 и Na2O возможно, когда в шихте с=2S, т.е. когда на каждый моль SiO2 в шихту вводится 2 моля СаО и на 1 моль Al2O3 приходится 1 моль Na2O.

Насыщенной шихтой называется такая, когда весь кремнезем связывается в двухкальцевый силикат, а вся окись алюминия и вся окись железа – соответственно в алюминат и феррит натрия, т.е. в ней соблюдаются следующие молярные соотношения: СаО:SiO2=2,0; Na2O:Al2O3=1,0; Na2O:Fe2O3=1,0.

При спекании руд с умеренным содержанием Fe2O3 и SiO2 насыщенная шихта обеспечивает практически полное извлечение Al2O3 и Na2O, и называется нормальной. Кроме того при нормальной шихте наблюдается широкая площадка спекообразования, что облегчает обжиг, уменьшая опасность образования кольцевых настылей. При насыщенной шихте образуется самый простой состав спека.

Химические реакции при спекании ненасыщенных шихт ещё недостаточно изучены, а состав спеков более сложены, часть глинозема в них находится не только в составе алюмината натрия, но и в составе соединений, из которых Al2O3 не извлекается при выщелачивании. Поэтому выход Al2O3 из спеков такой шихты меньше, чем из спеков насыщенной.

**Физико-химические свойства спеков**

Алюминатные спеки имеют сложный химический и фазовый состав, который определяется в основном шихтовкой исходных компонентов и режимом процесса спекания. Основным составляющими спеков являются β-2СаО·SiO2 и щелочные алюминаты состава Na2O·Al2O3 и K2O ·Al2O3, а при переработке сырья с высоким содержанием железа – еще и щелочные ферриты состава Na2O·Fe2O3. Наряду с этим в спеках могут присутствовать в небольших количествах титанат натрия Na2O·TiO2, алюминаты кальция, геленит анортит – CaO·Hl2O·2SiO2 , феррит кальция и другие соединения типа: mNa2O·pCaO·nSiO2; mNa2O·nFe2O3·pSiO2.

При оптимально выбранных соотношениях исходных компонентов в шихте и оптимальных режимах спекания в алюминатных спеках в основном присутствуют алюминат натрия (Na2O·Al2O3) и (β-2СаО·SiO2), которые образуют изотропную фазу. Щелочные алюминаты, находящиеся в изотропной фазе, растворяются в воде и щелочных растворах.

В настоящее время считается, что основные фазы присутствуют в спека в самостоятельном виде, а двухкальциевый силикат с алюминатом натрия и алюминат натрия с ферритом натрия частично могут образовывать между собой твердые растворы.

Физические свойства спека обусловлены, в основном, гранулометрическим составом шихты и режимом ее спекания, а также режимом охлаждения спека.

Как правило, алюминатные спеки представляют собой пористые частицы шарообразной формы с относительно равномерным распределением фаз по всему объему. Насыпная масса и пористость спеков сильно зависят от температурного режима спекания.

Гранулометрический состав спеков определяется условиями его получения и степенью дробления перед выщелачиванием. Гранулометрический состав, общая пористость и плотность определяют насыпную массу спека: с увеличением пористости и крупности спека насыпная масса уменьшается.

Важнейшей характеристикой спека является его пористость. За меру общей пористости спека принимается процентное отношение объема пор к общему объему спека. Для бокситовых спеков это отношение составляет обычно 10-20%. Выщелачивание спеков ведут водой, щелочными или алюминатными растворами, которые могут содержать карбонат натрия. При этом происходит растворение алюмината натрия (калия), гидролиз ферритов и смешанных алюмоферритов с переходом в расвор едкого натра (калия), а также разложение части двухкальциевого силиката в результате взаимодействия его со щелочью или карбонатом натрия.



В результате растворения алюмината натрия и протекания реакций происходит извлечение ценных компонентов (глинозема и щелочи) в раствор.

Степень извлечения этих составляющих спека зависит от многих факторов: химического состава и физических свойств спека, режима выщелачивания, аппаратурной схемы выщелачивания и др.

В результате реакции (3) и (4) кремнезем переходит в раствор, и образуются гидроокись и карбонат кальция. Эти соединения вступают во взаимодействие с алюминатом натрия, образуя малорастворимые гидроалюмосиликаты натрия (ГаСН) и кальция (гидрогранаты), которые являются источником потерь глинозема и щелочи (потери в результате протекания вторичных реакций):





В зависимости от условий выщелачивания образуются гидрогранаты, у которых число SiO2 молей на моль Al2O3 колеблется от 0,1 до 1.

Установлено, что основная доля потерь глинозема при выщелачивании крупнодробленых спеков связана с образованием гидрогранатов.

При выщелачивании мелкодробленых спеков наряду с преимущественным образованием гидрогранатов происходит образование ГАСН. Образование ГАСН в данном случае способствует высокая степень пересыщения раствора кремнеземом, обусловленная разложением β–СаО·SiO2. При высоких концентрациях карбоната натрия глинозем и щелочь теряются преимущественно в составе ГАСН по реакции (4).

Высвободившийся в результате этой реакции кремнезем, взаимодействуя с алюминатным раствором, образует ГАСН. По мере снижения концентрации карбоната натрия будут создаваться условия, благоприятные для образования гидрограната.

Титанат натрия в щелочных растворах гидратируется с образованием водного титаната Na2O·TiO2·xH2O, который затем частично гидролизируется с образованием TiO2·xH2O и NaOH.

Алюминаты кальция взаимодействуют с щелочным раствором с образованием нерастворимого трехкальциевого шестиводного алюмината кальция и алюмината натрия. Для монокальциевого алюмината эта реакция имеет вид:



Ферриты кальция частично разлагаются алюминатными растворами по реакции:



В присутствии больших количеств карбоната натрия алюминаты кальция разлагаются по реакции:



**4. Технологическая схема производства (копия технологической схемы)**

Принципиальная схема печной нитки

**5. Техника безопасности**

1. Глиноземное производство связано с переработкой большого количества растворов и пульп, большим количеством агрегатов и аппаратов с электроприводом, наличием оборудования с вращающимися и движущимися деталями, производством на действующих участках строительных и монтажных работ, что создает определенную опасность при работе.

 2. Эксплуатацию глиноземного производства осуществляют в соответствии с «Общими правилами безопасности для предприятий и организаций металлургической промышленности», утвержденными Госгортехнадзором СССР, согласованными с Министерством металлургии СССР и ЦК профсоюза рабочих металлургической промышленности и «Правилами безопасности при производстве глинозема».

На основании Правил администрация цеха разрабатывает инструкции по технике безопасности для профессий.

 3. Работу на оборудовании, подведомственном инспекциям Госгортехнадзора, производят в соответствии с «Правилами устройства и безопасной эксплуатацией сосудов, работающих под давлением». Контроль за эксплуатацией осуществляют местные органы государственного надзора (инспекции котлонадзора, газового надзора, Энергонадзора). Технический директор БАЗ – филиала ОАО «СУАЛ» утверждает инструкции по эксплуатации объектов, подведомственных государственному надзору. К инструкциям прилагаются схемы и режимы работы оборудования, разрабатываемые администрацией цеха.

 4. К работе в цехе допускаются лица, достигшие восемнадцатилетнего возраста, прошедшие медицинское освидетельствование, сдавшие необходимый техминимум по своей специальности, прошедшие десятидневное обучение по технике безопасности и усвоившие безопасные приемы труда. Лица, обслуживающие объекты, подконтрольные инспекциям Госгортехнадзора, проходят курс обучения и проверку знаний в соответствии с требованиями Правил безопасности.

**Характеристика вредных (токсичных) веществ, применяемых или образующихся в производстве**

**Боксит.** При длительном вдыхании бокситовой пыли может развиться хронический фибриоз легких - пневмокониоз. Для бокситовой пыли ПДК-6 мг/м3 воздуха.

**Спек.** При вдыхании спековой пыли поражаются дыхательные пути, реже протекают склеротические изменения в легких, возможны кожные заболевания экзема, дерматит.

Для спековой пыли ПДК- 2,0 мг/м3.

**Каустик** (едкий натр). При попадании на кожу оказывает сильные ожоги, образует глубокие долго не заживающие раны. При длительном воздействии могут возникнуть хронические кожные заболевания - экзема, дерматит.

ПДК щелочных аэрозолей в воздухе рабочих помещений (в пересчете на NaOH) - 0,5 мг/м3.

**Сода кальцинированная** (Na2CO3). При работе с содой может возникнуть конъюнктивит глаз, раздражение слизистых оболочек и заболевание органов дыхания. Содовая пыль может способствовать поражению волосяного покрова. При длительной работе с растворами соды возможны экземы и дерматиты.

Известняк (СаСОз), известь. Вдыхание пыли может вызвать поражение слизистой оболочки верхних дыхательных путей, возможны хронические бронхиты и склеротические изменения в легких. Действие пыли на кожу вызывает хронические заболевания, при попадании в глаза может вызвать стекловидный отек, конъюнктивит. Горячее известковое молоко вызывает сильные ожоги.

ПДК известковой пыли в воздухе производственных помещений - 6 мг/м3.

ПДК пыли негашеной извести - 3 мг/м3 (в пересчете на общую щелочь).

**Глинозем.** Продолжительный контакт с глиноземной пылью может вызвать хронические поражения верхних дыхательных путей и легких.

ПДК глиноземной пыли - 6 мг/м3 воздуха.

**Серная кислота** (Н2S04). Вызывает ожог кожи при любых концентрациях. Пары поражают дыхательные пути, глаза, зубы.

ПДК серной кислоты - 1 мг/м3.

ПДК сернистого ангидрида (SОз) -10 мг/м3.

**Мазут.** Токсичные пары. Дыхательное воздействие аэрозоля вызывает головную боль, растройство нервной системы, образование злокачественных опухолей. При концентрации 300 мг/м возникает раздражение слизистой оболочки горла и глаз.

**Природный газ**. В больших концентрациях оказывает наркотическое действие. Первостепенное значение имеет взрывоопасность смеси газа и воздуха. Пределы взрываемости от 2,5 до 15,8 % (объемных).

**Азот.** Под давлением оказывает наркотическое действие, при атмосферном давлении снижает в помещении порциональное давление кислорода, что вызывает удушье.

**Окись углерода** (СО) - сильно ядовитый газ без запаха и вкуса, образуется при неполном сгорании топлива.

ПДК окиси углерода - 20 мг/м3.

**Двуокись углерода** (СО2) - слабо ядовитый газ. Действует раздражающе на слизистые оболочки глаз, рта, носа. При содержании более 6% действует отравляюще.

**6. Меры защиты и профилактика (подробно изложены в участковых инструкциях по технике безопасности)**

Оборудование участков глиноземного цеха соответствует характеру производства, технологическому процессу и обеспечивает безопасные и безвредные условия труда работающих, а также удобства обслуживания и ремонта.

Рабочие места, где невозможна полная герметизация и возможны выделения вредных веществ, оборудованы местными отсосами. Рабочие места со значительными выделениями тепла оборудованы приточно-вытяжной вентиляцией.

Для индивидуальной защиты от производственных вредностей рабочие цеха обеспечены спецодеждой, спецобувью и индивидуальными средствами (очки, респираторы, перчатки, каски, противогазы и т.д.) по установленным нормам.

Рабочие без соответствующей спецодежды и индивидуальных средств защиты к работе не допускаются.

технология процесс производство глинозем

**7. Список используемой литературы**

1. Производство глинозема. Лайнер Абрам Ильич; Еремин Николай Иванович; Лайнер Юрий Абрамович; Певзнер Илья Захарович.

2. Производство глинозема. Лайнер А.И.

3. Физико-химические основы комплексной переработки алюминиевого сырья (щелочные способы) Абрамов В.Я.; Стельмакова Г.Д.; Николаев И.В.

4. Производство глинозема. Иванов А.И. г.Николаев

5. Глинозем в производстве алюминия электролизом. Исаева Л.А.; Поляков П.В. г.Краснотурьинск.

6. Процессы и аппараты глиноземного производства. Еремин Н.И.; Наумчен А.Н.; Казаков В.Г.

7. Кристаллооптический анализ в алюминиевом производстве. Кимпаниец М.Ф.

8. Производство глинозем из бокситов. Троицкий И.А.

9. Декомпозиция и повышение качества гидроксида алюминия. Савченко А.И.; Савченко К.Н.

10. Разложение алюминатных растворов. Романов Л.Г.

11. Технологические расчеты в производстве глинозема. Самарянова Л.Б.; Лайнер А.И.