

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

ДЖИЗАКСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

ВАККОСОВ СОБИР САЙФУЛЛАЕВИЧ

Р Е Ф Е Р А Т

На теме: СОЕДИНЕНИЯ АЛЮМИНИЯ И АЛЮМИНАТНЫЕ РАСТВОРЫ

Джизак – 2010 г.

СОЕДИНЕНИЯ АЛЮМИНИЯ И АЛЮМИНАТНЫЕ РАСТВОРЫ

ОКИСЬ И ГИДРООКИСЬ АЛЮМИНИЯ

Безводная окись алюминия образует несколько полиморфных разновидностей, или форм, имеющих одинаковый химический состав, но различное строение кристаллической решетки и, следовательно, различные свойства [3]. При производстве глинозема большое значение имеют две из них: α - Al_2O_3 (альфа-глинозем) и γ - Al_2O_3 (гамма-глинозем).

α - Al_2O_3 или корунд — наиболее устойчивая форма глинозема; встречается в природе в виде бесцветных или окрашенных примесями кристаллов, а также получается искусственным путем: при кристаллизации расплавленного глинозема или нагреве гидроокисей алюминия до высокой температуры. Кристаллизуется α - Al_2O_3 в гексагональной системе. Он обладает химической стойкостью и высокой твердостью (9 по шкале Мооса), практически не гигроскопичен, т. е. не поглощает влаги при хранении. Плотность его $3,9 - 4,0 \text{ г/см}^3$.

γ - Al_2O_3 имеет малоустойчивую кристаллическую решетку кубической системы, в природе он не встречается, а образуется при нагреве одноводной окиси алюминия (бемита) до $500 - 550 \text{ }^\circ\text{C}$. При дальнейшем нагревании γ - Al_2O_3 превращается в α - Al_2O_3 [4]. Это превращение начинается при 950°C и полностью заканчивается при 1200°C . γ - Al_2O_3 , в отличие от α - Al_2O_3 , гигроскопичен и легко растворяется как в кислотах, так и в щелочах. Плотность γ - $\text{Al}_2\text{O}_3 - 3,77 \text{ г/см}^3$. При $400 - 500 \text{ }^\circ\text{C}$ γ - Al_2O_3 легко взаимодействует с фтористым водородом, образуя AlF_3 .

Безводная окись алюминия — очень прочное химическое соединение. Температура плавления ее равна $2050 \text{ }^\circ\text{C}$, температура кипения около $3000 \text{ }^\circ\text{C}$ [5]. Теплота образования глинозема по реакции $2\text{Al}_{\text{ТВ}} + 1,5\text{O}_2 = \text{Al}_2\text{O}_3$ составляет примерно 400 ккал/моль , теплота плавления 6 ккал/моль . Кристаллическая решетка безводного глинозема имеет ионное строение и построена из ионов Al^{3+} и O^{2-} .

Безводная окись алюминия является конечным продуктом процесса производства глинозема. В самом же процессе приходится иметь дело с водными окислами: диаспорой, бемитом, гидраргиллитом, байеритом.

Диаспор и бемит — полиморфные разновидности одноводной окиси алюминия. По химическому составу их можно рассматривать как метаалюминиевую кислоту AlOОН , HAlO_2 [4].

Диаспор и бемит встречаются в природе, входя в состав диаспоровбемитовых

бокситов. Кристаллизуются они в ромбической системе. Элементарная ячейка кристаллической решетки диаспора и бемита состоит из ионов Al^{3+} , OH^- , O^{2-} . Плотность диаспора $3,3 - 3,5 \text{ г/см}^3$, бемита $3,01 - 3,06 \text{ г/см}^3$. При нагреве до $500 - 550 \text{ }^\circ\text{C}$ диаспор и бемит теряют кристаллизационную влагу, превращаясь в безводный глинозем.

Байерит имеет такую же химическую формулу, что и гидраргиллит, но кристаллизуется в гексагональной системе. В природе байерит не встречается. Образуется он при старении коллоидной гидроокиси алюминия в течение $10 - 20$ дней, а также при медленном пропускании углекислого газа через алюминатный раствор при комнатной температуре. Байерит — неустойчивое метастабильное соединение, и при обыкновенной температуре превращается в гидраргиллит [6].

Алюмогель. При быстром осаждении гидроокиси алюминия из солевых растворов образуется студенистый осадок (алюмогель), не имеющий кристаллического строения, содержащий большое количество воды и обладающий высокой химической активностью. Алюмогель, как и байерит, неустойчив и с течением времени превращается в гидраргиллит. Кристаллизация алюмогеля происходит медленно и сопровождается обезвоживанием.

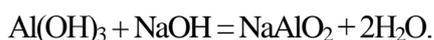
АЛЮМИНАТЫ, АЛЮМИНАТНЫЕ РАСТВОРЫ

Оксид алюминия — соединение амфотерное, т. е. обладающее одновременно основными и кислотными свойствами [5]. Поэтому оксид алюминия, а также ее гидроокиси растворяются как в кислотах, так и в щелочах.

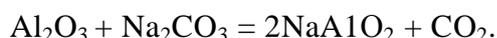
При растворении гидроокиси алюминия в кислотах образуются алюминиевые соли соответствующих кислот, например



При растворении гидроокиси алюминия в щелочах образуются соли метаалюминиевой кислоты, которые носят название алюминатов, например



Алюминаты образуются также при нагревании смеси окиси или гидроокиси алюминия с соединениями щелочных или щелочноземельных металлов до температуры $800 \text{ }^\circ\text{C}$ и выше, например



Часто формулу алюмината пишут иначе — $Na_2O \cdot Al_2O_3$.

Получение глинозема щелочными способами связано с получением водных

растворов алюминатов натрия, а в некоторых случаях и калия. Характерным свойством алюминатных растворов является их способность самопроизвольно разлагаться с выделением в осадок гидроокиси алюминия. Поэтому промышленные алюминатные растворы всегда содержат некоторое количество свободной щелочи, которая делает алюминатный раствор более стойким [5].

Состав алюминатных растворов, прежде всего, характеризуется концентрацией глинозема и щелочи, которая обычно выражается в граммах на литр раствора. Щелочь, присутствующую в растворе, подразделяют на свободную, алюминатную и карбонатную. Свободная щелочь находится в растворе в виде NaOH; алюминатная — в виде алюмината натрия и карбонатная (Na_2O_y) — в виде Na_2CO_3 . Сумму свободной и алюминатной щелочи называют каустической (Na_2O_k), а сумму каустической и карбонатной — общей $\text{Na}_2\text{O}_{\text{Общ}}$.

Для перехода от концентрации раствора в процентах к концентрации в граммах на литр пользуются формулами:

$$n = \frac{\% \text{Na}_2\text{O} * \rho * 1000}{100}; \quad a = \frac{\% \text{Al}_2\text{O}_3 * \rho * 1000}{100},$$

где n — концентрация Na_2O , г/л;

a — концентрация Al_2O_3 , г/л;

ρ — плотность раствора, г/см³.

Молярное отношение концентраций каустической щелочи и окиси алюминия в растворе называют каустическим модулем, а молярное отношение концентрации общей щелочи и окиси алюминия — общещелочным модулем.

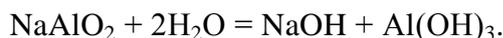
Каустический модуль — очень важный показатель, характеризующий данный раствор. Подсчитаем, например, каустический модуль алюминатного раствора, содержащего 200 г/л Na_2O_k и 180 г/л Al_2O_3 .

$$\alpha_k = \text{mol.} \frac{\text{Na}_2\text{O}_k}{\text{Al}_2\text{O}_3} = \frac{200 * 102}{180 * 62} = 1.9$$

где 62 и 102 — молекулярные массы Na_2O и Al_2O_3 .

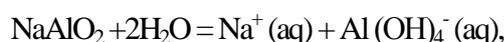
На природу алюминатных растворов существует несколько взглядов. Согласно наиболее распространенному из них, алюминатный раствор представляет собой раствор алюмината натрия (или калия) как химического соединения NaAlO_2 , т. е. является истинным раствором [7]. Значит, алюминат натрия можно рассматривать как соль, образованную слабой кислотой (гидроокись алюминия) и сильным основанием (едкий натр). Как известно, такие соли способны подвергаться обменному разложению с водой

(гидролизу) с образованием малодиссоциированной или труднорастворимой кислоты и основания. В нашем случае — по реакции



По данным большинства исследователей, алюминат натрия в растворе находится не в виде молекул NaAlO_2 , а в виде катионов Na^+ , комплексных анионов типа $\text{Al}(\text{OH})_4^-$, $\text{Al}(\text{OH})_2^-$, $\text{Al}(\text{OH})_6^{3-}$ и им подобных, образовавшихся из остатка AlO_2^- , молекул воды и ионов OH^- [4].

Поэтому уравнения процессов растворения алюмината натрия и его гидролиза точнее было бы писать в ионной форме, например, при растворении



при гидролизе



Однако ввиду того, что состав комплексных анионов изменяется в зависимости от концентрации раствора и до сих пор точно не установлен, мы и в дальнейшем будем принимать для алюмината натрия в растворе формулу NaAlO_2 .

ДИАГРАММА РАВНОВЕСНЫХ СОСТОЯНИЙ СИСТЕМЫ

$\text{Al}_2\text{O}_3 - \text{Na}_2\text{O} - \text{H}_2\text{O}$

Реакция гидролиза алюмината натрия обратима, т. е. протекает одновременно в противоположных направлениях. Если скорость прямой реакции больше скорости обратной, то происходит разложение алюмината натрия с образованием кристаллической гидроокиси алюминия. Если же, наоборот, скорость обратной реакции больше скорости прямой, то происходит растворение гидроокиси алюминия с образованием алюмината натрия. Как увеличение концентрации едкой щелочи, так и повышение температуры приводит к сдвигу равновесия справа налево, т. е. к растворению $\text{Al}(\text{OH})_3$; разбавление же растворов и охлаждение их способствует разложению алюминатного раствора и выпадению гидроокиси алюминия в осадок [8].

При равенстве скоростей обеих реакций устанавливается химическое равновесие, которое характеризуется тем, что концентрация реагирующих веществ при неизменных условиях не изменяется. Полученный при этом алюминатный раствор называют равновесным. Каждому равновесному раствору при данной температуре соответствует совершенно определенная концентрация Na_2O и Al_2O_3 в нем [9]. Отложив эти концентрации на осях координат и соединив полученные точки, мы получим изотерму

равновесия алюминатного раствора.

На рис. 1.1 показаны изотермы равновесия алюминатных растворов для ряда температур (30, 60, 150 и 200 °С). Каждая изотерма представляет собой непрерывный ряд растворов едкого натра, насыщенных гидроокисью алюминия при данной температуре, и имеет вид кривой, состоящей из двух пересекающихся ветвей.

Вся диаграмма может быть разделена на ряд областей. Выше левых ветвей изотерм находится область пересыщенных (метастабильных) растворов. Концентрация глинозема в них превышает равновесную. Поэтому растворы, находящиеся в этой области, нестойки и разлагаются с выделением гидроокиси алюминия.

Точки, расположенные непосредственно на левых ветвях изотерм, отвечают равновесию алюминатных растворов с гидраргиллитом (для температур 30, 60 и 95 °С) и с бемитом (для температур 150 и 200 °С).

Между ветвями изотерм находится область ненасыщенных растворов. Концентрация глинозема в этих растворах ниже равновесной, поэтому они стойки при данной температуре [10].

Выше правых ветвей находится область пересыщенных растворов алюмината натрия в едком натре, а точки, расположенные на этих ветвях, отвечают равновесию раствора едкой щелочи с алюминатом натрия. На состав алюмината натрия, выпадающего из растворов с высокой концентрацией Na_2O , имеются различные взгляды. В литературе [5-6] приводятся следующие формулы алюмината: $3\text{Na}_2\text{O} - \text{Al}_2\text{O}_3 - 6\text{H}_2\text{O}$ (трехнатриевый гидроалюминат), $\text{Na}_2\text{O} - \text{Al}_2\text{O}_3 - 2,5\text{H}_2\text{O}$ и $\text{Na}_2\text{O} - \text{Al}_2\text{O}_3 - 3\text{H}_2\text{O}$ (мононатриевый гидроалюминат) и др.

$$a_k \quad 10,3 \quad 1,24 \quad 1,45 \quad 1,65 \quad 1,85$$

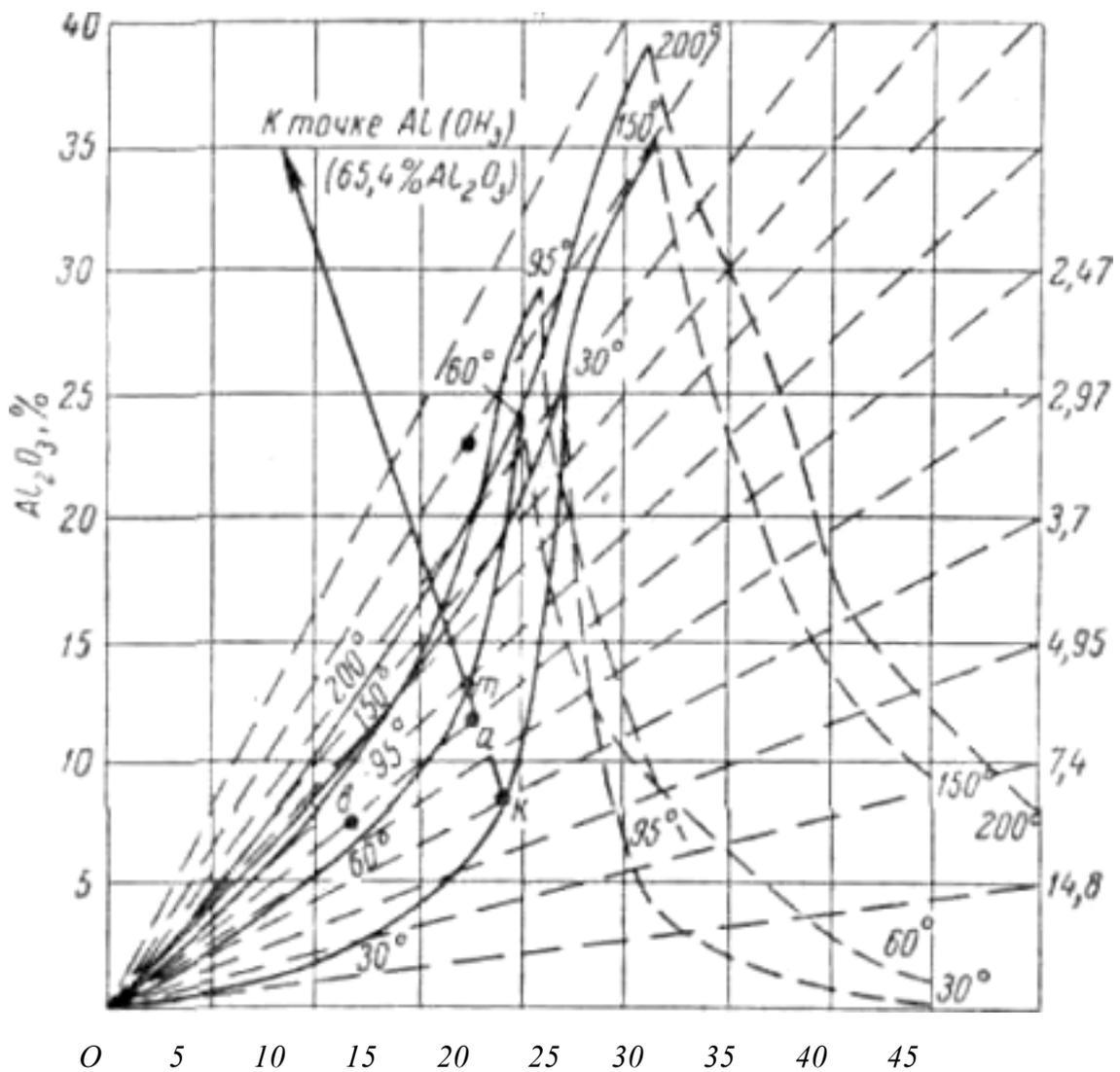


Рис 1.1 Изотермы системы $\text{Al}_2\text{O}_3 - \text{Na}_2\text{O} - \text{H}_2\text{O}$

Точка пересечения правой и левой ветвей изотермы отвечают раствору, который одновременно является равновесным как по отношению к гидроокиси алюминия, так и по отношению к алюминату натрия. На лучах (пунктирные линии) располагаются растворы с одинаковым каустическим модулем.

Изотермы системы $\text{Al}_2\text{O}_3 - \text{Na}_2\text{O} - \text{H}_2\text{O}$ имеют большое теоретическое значение. Они позволяют судить о поведении алюминатных растворов в зависимости от их концентрации и температуры. Например, алюминатный раствор, отвечающий по своему составу точке *o* (каустический модуль раствора 2,47), при температуре 30 °С пересыщен гидраргиллитом [11]. Поэтому он будет самопроизвольно разлагаться с выделением в осадок $\text{Al}(\text{OH})_3$. В результате разложения концентрация Al_2O_3 в растворе будет уменьшаться, а концентрация Na_2O возрастать, т. е. состав раствора будет изменяться по прямой *ak*. Разложение данного раствора должно продолжаться

до тех пор, пока концентрация Al_2O_3 в нем не станет равновесной. Этой концентрации отвечает точка k на левой ветви изотермы для 30°C .

Тот же самый раствор, т. е. раствор, отвечающий по своему составу точке a , при температуре 60°C уже не насыщен гидраргиллитом. Поэтому при 60°C в нем можно растворить некоторое количество гидроокиси алюминия, пока его концентрация не станет равновесной (точка m на левой ветви изотермы для 60°C).

Чтобы вызвать гидролиз того или иного алюминатного раствора, необходимо его перевести в область пересыщенных растворов. Этого можно достигнуть или снижением температуры раствора или разбавлением раствора водой. Так, мы уже видели, что если раствор, отвечающий по своему составу точке a и имеющий температуру 60°C , охладить до 30°C , то он перейдет в область пересыщенных растворов и будет разлагаться [10]. Если тот же самый раствор разбавить водой, то концентрация Al_2O_3 и Na_2O в нем уменьшится, но каустический модуль останется прежним. Следовательно, раствор переместится вдоль луча 2,47 по направлению к началу координат. Положим, что он переместится в точку v . Раствор, отвечающий по своему составу точке v и имеющий температуру 60°C , находится в области пересыщенных растворов и будет разлагаться.

СТОЙКОСТЬ АЛЮМИНАТНЫХ РАСТВОРОВ

Следует различать теоретическую стойкость алюминатных растворов и практическую. Практически стойкими называют такие растворы, которые могут существовать без видимого разложения в течение достаточного для производственных целей времени, хотя концентрация глинозема в них может быть и выше равновесной [11]. Обусловлено это тем, что алюминатный раствор, даже будучи пересыщенным, разлагается очень медленно.

На практическую стойкость алюминатных растворов оказывает влияние ряд факторов: каустический модуль раствора, его концентрация и температура, наличие в растворе осадка гидроокиси алюминия и некоторых примесей, перемешивание раствора и др.

С повышением каустического модуля стойкость алюминатных растворов возрастает. Алюминатные растворы с каустическим модулем ниже единицы вообще не могут существовать. Стойкими при обыкновенной температуре можно считать растворы с каустическим отношением не менее 1,4.

С понижением концентрации алюминатного раствора его стойкость падает. Однако очень сильное разбавление раствора (до $8 - 25$ г/л Al_2O_3) вновь приводит к

повышению его стойкости [12].

С понижением температуры до 30 °С стойкость алюминатных растворов понижается. Дальнейшее снижение температуры приводит к повышению стойкости, что, вероятно, объясняется значительным ростом вязкости раствора.

Присутствие в растворе кремнезема, соды, органических и некоторых других примесей повышает его стойкость. Промышленные алюминатные растворы всегда содержат кремнезем и характеризуются кремневым модулем (весовым отношением Al_2O_3 к SiO_2 в растворе) [11].

Теоретическую стойкость алюминатного раствора можно характеризовать степенью его пресыщения, под которой понимают отношение концентрации Al_2O_3 в пересыщенном растворе к концентрации Al_2O_3 в соответствующем равновесном растворе:

$$\eta = \frac{Al_2O_{3\text{прес}}}{Al_2O_{3\text{равн}}}.$$

Степень пресыщения раствора легко определить по диаграмме равновесных состояний системы $Al_2O_3 - Na_2O - H_2O$. Для этого необходимо через точку, отвечающую составу данного раствора, и точку гидраргиллита провести прямую продолжить ее до пересечения с изотермой растворимости гидраргиллита при данной температуре [13]. Точка пересечения прямой с изотермой покажет состав равновесного раствора, после чего легко рассчитать степень пресыщения интересующего нас раствора.

В промышленности приходится иметь дело с алюминатными растворами различных концентраций. Концентрация Al_2O_3 в них изменяется от 60 до 250 г/л, Na_2O – от 100 до 300 г/л и выше, каустический модуль от 1,25 до 4 и выше.

Такие свойства алюминатных растворов, как плотность, температура кипения, вязкость, электропроводность, поверхностное натяжение, также изменяются в широких пределах в зависимости от их концентрации и наличия примесей. Поэтому при оценке того или иного алюминатного раствора приходится обращаться к экспериментальным или практическим данным.

СОЛИ АЛЮМИНИЯ

Сульфат алюминия $Al_2(SO_4)_3$ (безводный) устойчив выше 104 °С. При обычной температуре устойчив кристаллогидрат $Al_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O$, а ниже 9,5 °С – $Al_2(SO_4)_3 \cdot 27H_2O$.

При нагреве до 600 °С безводный сульфат алюминия начинает разлагаться:



Разложение протекает очень медленно и заканчивается при температуре около 1200 °С. В присутствии восстановителя (СО, Н₂ и др.) разложение ускоряется и заканчивается при более низкой температуре.

Сульфат алюминия хорошо растворяется в воде, с повышением температуры растворимость его увеличивается.

Сырьем для получения сульфата алюминия в промышленности служит глина. Глину обжигают при 700 – 800 °С, а затем обрабатывают 75 % – ной серной кислотой при 100 – 117 °С. Раствор сульфата отделяют от нерастворившегося остатка и упаривают. При охлаждении упаренного раствора из него выпадают кристаллы Al₂(SO₄)₃·18H₂O [12]. Этим способом получают очищенный сульфат алюминия. Неочищенный продукт получают, обрабатывая необожженную глину концентрированной серной кислотой при 100 – 105 °С.

Алюминиевые квасцы образуются при добавке к раствору сульфата алюминия сульфатов одновалентных оснований. Химическая формула квасцов – Me₂SO₄ * Al₂(SO₄)₃ * 24H₂O, где Me —катион одновалентного металла (К, Na и др.) или NH₄⁺.

Алюминиевые квасцы хорошо растворяются в горячей воде. С понижением температуры их растворимость резко падает. Это свойство алюминиевых квасцов может быть использовано для очистки гидроокиси алюминия от соединений железа и других примесей. При кристаллизации алюминиевых квасцов из насыщенного раствора примеси в осадок не переходят, а остаются в растворе.

Гидроокись алюминия из квасцов выделяется при обработке их аммиачным раствором:



Нитрат алюминия Al(NO₃)₃ при температуре от – 16 до 70 °С устойчив в виде кристаллогидрата Al(NO₃)₃ * 9H₂O. При 75 – 105 °С из его водных растворов выделяется Al(NO₃)₃*8H₂O, выше 105°С – Al(NO₃)₃*6H₂O.

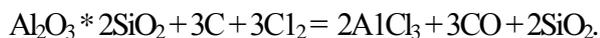
Добавка к раствору нитрата азотной кислоты снижает его растворимость. В зависимости от концентрации свободной азотной кислоты изменяется состав кристаллогидратов, выпадающих из раствора.

При нагреве до 135 °С Al(NO₃)₃ * 6H₂O начинает разлагаться с выделением окислов азота и паров воды. Удаление окислов азота заканчивается при 300 – 400 °С, в остатке остается окись алюминия.

В промышленности нитрат алюминия получают растворением гидроокиси алюминия в азотной кислоте. Раствор нитрата упаривают. При охлаждении, а также при добавке к упаренному раствору азотной кислоты из него выкристаллизовывается

$\text{Al}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$.

Хлористый алюминий AlCl_3 получают хлорированием обезвоженного каолина, боксита или окиси алюминия в присутствии восстановителя при температуре около $1000\text{ }^\circ\text{C}$:



При нагреве до $180\text{ }^\circ\text{C}$ AlCl_3 возгоняется, не плавясь.

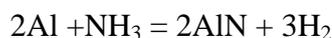
Хлористый алюминий хорошо растворяется в воде. Из пересыщенного раствора AlCl_3 кристаллизуется в виде кристаллогидрата $\text{AlCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$. Насыщением раствора хлористым водородом можно практически полностью перевести хлорид алюминия в осадок.

Получить безводный AlCl_3 нагревом $\text{AlCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ не удастся, так как происходит гидролиз хлорида с образованием окиси алюминия, хлористого водорода и паров воды:



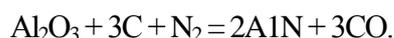
Указанная реакция протекает при температуре около $180\text{ }^\circ\text{C}$ [4-5].

Нитрид алюминия AlN получают нагревом алюминия вместе с аммиаком:

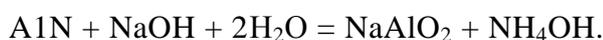


Чистый нитрид алюминия представляет собой белый порошок, устойчивый до $2000\text{ }^\circ\text{C}$.

Нитрид алюминия может быть также получен нагревом смеси окиси алюминия или боксита с углем до $1700\text{ }^\circ\text{C}$ и выше в токе азота:

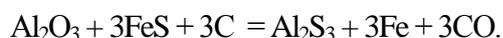


В щелочном растворе нитрид алюминия разлагается с образованием аммиака и алюмината натрия:



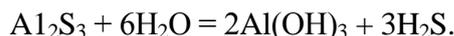
Из раствора алюмината натрия может быть выделена гидроокись алюминия и регенерирована щелочь. Переработка боксита через нитрид алюминия предлагалась в свое время для получения гидроокиси алюминия и аммиака.

Сульфид алюминия Al_2S_3 может быть получен нагревом окиси алюминия вместе с сульфидом другого металла в присутствии восстановителя:



Сульфид алюминия плавится при $1100\text{ }^\circ\text{C}$; в расплавленном состоянии он хорошо растворяет глинозем [14]. При нагревании на воздухе Al_2S_3 сгорает до Al_2O_3 и SO_3 . Водой

он полностью разлагается по реакции



На приведенных реакциях получения сульфида алюминия и его разложения водой основан способ получения глинозема, предложенный Хаглундом.

Шихта, состоящая из боксита, кокса, пирита FeS_2 и железного скрапа, вводится в электропечи при 1500 – 1600 °С. Пирит плавиться в шихту из расчета образования около 20 % Al_2S_3 от Al_2O_3 , содержащегося в шихте. Непрореагирвавшая окись алюминия растворяется в сульфиде алюминия [14].

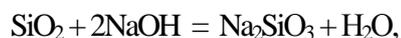
Наряду с сульфидно-глиноземным шлаком в печи образуется ферросплав, в который переходит восстановившееся железо, кремний и титан. Большая разность удельных весов между ферросплавом и шлаком позволяет выпускать их из печи отдельно.

При последующей обработке остывшего шлака водой сульфид алюминия разлагается с образованием гидроокиси алюминия и сероводорода, а окись алюминия остается без изменения. Окись алюминия отделяют от гидроокиси в классификаторе. Так как гидроокись алюминия загрязнена примесями и очень дисперсна, то ее возвращают в шихту восстановительной плавки.

СОЕДИНЕНИЯ СОПУТСТВУЮЩИХ ЭЛЕМЕНТОВ

При производстве глинозема из руд щелочными способами в результате взаимодействия между отдельными компонентами шихты, кроме алюминатов натрия и калия, образуется целый ряд других соединений, которые мы назовем соединениями сопутствующих элементов [15]. К их числу относятся силикат натрия, алюмосиликат натрия, двухкальциевый силикат, алюминаты кальция и др.

Силикат натрия образуется в результате взаимодействия кремнезема с раствором щелочи, а также при нагреве до высокой температуры смеси кремнезема с содой:



Силикат натрия хорошо растворяется в воде и щелочных растворах [15-16]. При наличии в растворе алюмината натрия происходит его взаимодействие с силикатом натрия с образованием алюмосиликата натрия:



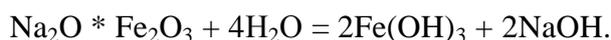
В алюминатных растворах натриевый алюмосиликат имеет ограниченную растворимость, которая зависит от концентрации Al_2O_3 в растворе и мало зависит от температуры. Натриевый алюмосиликат, подобно алюминату натрия, способен

образовывать пересыщенные растворы. Кристаллизация алюмосиликата из пересыщенного раствора идет медленно, поэтому для достижения равновесной концентрации требуется продолжительное время.

Феррит натрия образуется в результате взаимодействия окиси железа с содой при температуре выше 700 °С:

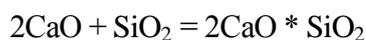


При соприкосновении с водой феррит натрия подвергается гидролизу с образованием нерастворимой гидроокиси железа:



Скорость разложения феррита натрия увеличивается с повышением температуры воды [14]. Например, при обработке тонкоизмельченного феррита натрия водой при 75 °С феррит натрия за полчаса разлагается на 85%, а при температуре воды 50 °С – только на 31 %.

Двухкальциевый силикат образуется в результате взаимодействия кремнезема с окисью кальция при высокой температуре (выше 1100 °С):



В зависимости от температурных условий двухкальциевый силикат может существовать в трех модификациях – α , β и γ ; модификация α -2CaO*SiO₂ устойчива выше 1420 °С, модификация β -2CaO*SiO₂ – выше. 675 °С. При 675 °С β -2CaO*SiO₂ переходит в γ -2CaO*SiO₂. Переход высокотемпературной модификации β -2CaO*SiO₂ в низкотемпературную γ -2CaO*SiO₂, сопровождается увеличением объема примерно на 12 %, что является причиной рассыпания спека, т. е. самопроизвольного превращения его в порошок. При быстром охлаждении β -модификация саморассыпания продукта не происходит, так как β -модификация не успевает перейти в γ -модификацию. Это явление носит название «закаливания» β -модификации.

Алюминаты кальция. В системе CaO – Al₂O₃ существует несколько химических соединений: CaO * Al₂O₃ – однокальциевый алюминат, 5CaO * 3Al₂O₃ – пятикальциевый трехалюминат, 3CaO*5Al₂O₃ – трехкальциевый пятиалюминат. Образуются алюминаты кальция при нагревании смеси CaO с Al₂O₃ до 1000 – 1100 °С и выше [10].

В воде и в растворе едкого натра алюминаты кальция не растворяются, но подвергаются гидратации с образованием нерастворимого трехкальциевого гидроалюмината:



В растворе соды алюминаты кальция, а также трехкальциевый гидроалюминат

способны растворяться с образованием алюмината натрия, переходящего в раствор, и углекислого кальция, остающегося в осадке:



СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Наша главная задача – дальнейшее развитие страны и повышение благосостояния народа. И.А.Каримов. Ташкент. «Узбекистан». 2010. 72 с.
2. Мировой финансово – экономический кризис, пути и меры по его преодолению в условиях Узбекистана. И.А.Каримов. Ташкент. «Узбекистан». 2009. 48 с.
3. А.И.Сушков, И.А.Троцкий. Металлургия алюминия. Москва. «Металлургия». 1965. 520 с.
4. Химия и технология глинозема. / отв. редак. М.Г.Манвелян. Труды совещания. Ереван. 1964. 532 с.
5. Химия и технология глинозема. / отв. редак. А.Т.Логвиненко. Труды совещания. Новосибирск. 1971. 474 с.
6. В.А.Мазель. Производство глинозема. Москва-Ленинград. «Литературы по черной и цветной металлургии». 1940. 320 с.
7. Э.А.Арипов, М.З.Закиров, К.С.Ахмедов. Монтмориллонит – гидрослюдистые глины Узбекистана. Ташкент. «Фан». 1976. 136 с.
8. Кислотная переработка алюминийсодержащего сырья на глинозем. / отв. редак. Х.Р.Исмаев. Ташкент. «Фан». 1974. 92 с.
9. Н.И.Уткин. Цветная металлургия. Москва. «Металлургия». 1990. 448 с.
10. В.С.Синельникова, В.А.Подергин, В.Н.Речкин. Алюминиды. Киев. «Наукова думка». 1965. 243 с.
11. Физико-химические исследования глинистых минералов и силикатных материалов. / отв. редак. С.С.Хамраев. Ташкент. «Фан». 1970. 126 с.
12. Технология коагулянтов. / отв. редак. К.В.Тикачев. Ленинград. «Химия». 1974. 128 с.
13. Х.Р.Исмаев, С.А.Зайнутдинов, К.С.Ахмедов. Водорастворимые полиэлектролиты в гидрометаллургии. Ташкент. «Фан». 1972. 47 с.
14. Л.В.Бунчук. Роль окисных соединений железа в процессах получения глинозема гидрохимическим способом. Алма-Ата. 1969. 23 с.