**СОДЕРЖАНИЕ**

1. ВВЕДЕНИЕ

1.1 Биохимия и минералогия алюминия

1.2 Виды алюминиевых руд, их генезы и состав

2. СПЕЦ. ЧАСТЬ

2.1 Производство криолита из угольной пены

2.2 Химический состав угольной пены

2.3 Назначение смешанного вторичного криолита

3. КПВО

3.1 Отчерпывание электролита из электролизеров в урны

4. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

4.1 Основные направления, повышения эффективности производства

5. ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ

5.1 Санитарно-гигиенические характеристики условий труда

5.2 Электробезопасность

5.3 Техника безопасности при обслуживании электролизеров

6. ГРАФИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

6.1 Схема. Получения криолита флотацией угольной пены

6.2 Схема. Механическая флотационная машина

ЛИТЕРАТУРА

**1. ВВЕДЕНИЕ**

В настоящее время на территории России находятся несколько заводов по производству первичного алюминия, часть из них объединены в крупные алюминиевые корпорации. Крупнейшая компания – «РУСАЛ», в состав которой входят Братский (БрАЗ), Саяногорский (САЗ, оснащённый электролизёрами с предварительно обожжёнными анодами (ОА)), Красноярский (КрАЗ), Новокузнецкий (НкАЗ) алюминиевые заводы, а также Ачинский глинозёмный комбинат, ряд заводов по производству изделий из алюминия и др. «РУСАЛ» входит в тройку крупнейших производителей алюминия в мире.

Второй по величине алюминиевой компанией России является ОАО «СУАЛ», включающее в себя Иркутский (ИркАЗ), Уральский (УАЗ), Богословский (БАЗ), Кандалакшский (КАЗ), Волгоградский (ВгАЗ), Надвоицкий (НАЗ) алюминиевые заводы, Полевский криолитовый завод, научно-исследовательский и проектный институт «СибВАМИ» и др. Эта компания занимает 2 место в нашей стране по производству алюминия и 1 место – по производству глинозёма.

Россия по-прежнему сохраняет ведущие позиции в мировом производстве и экспорте первичного алюминия. Однако для российской алюминиевой промышленности характерна зависимость от рынка глинозёма – основного сырьевого материала.

**1.1 Биохимия и минералогия алюминия**

Алюминий - самый распространенный в земной коре металл. На его долю приходится 5,5-6,6 мол. доли % или 8 масс. %. Главная масса его сосредоточена в алюмосиликатах. Чрезвычайно распространенным продуктом разрушения образованных ими горных пород является глина, основной состав которой отвечает формуле Al2O3.2SiO2.2H2O. Из других природных форм нахождения алюминия наибольшее значение имеют боксит Al2O3.xH2O и минералы корунд Al2O3 и криолит AlF3.3NaF.

В настоящее время в промышленности алюминий получают электролизом раствора глинозема Al2O3 в расплавленном криолите. Al2O3 должен быть достаточно чистым, поскольку из выплавленного алюминия примеси удаляются с большим трудом. Температура плавления Al2O3 около 2050оС, а криолита - 1100оС. Электролизу подвергают расплавленную смесь криолита и Al2O3, содержащую около 10 масс % Al2O3, которая плавится при 960оС и обладает электрической проводимостью, плотностью и вязкостью, наиболее благоприятствующими проведению процесса. При добавлении AlF3, CaF2 и MgF2 проведение электролиза оказывается возможным при 950оС.

В периодической системе алюминий находится в третьем периоде, в главной подгруппе третьей группы. Заряд ядра +13. Электронное строение атома 1s22s22p63s23p1. Металлический атомный радиус 0,143 нм, ковалентный - 0,126 нм, условный радиус иона Al3+ - 0,057 нм. Энергия ионизации Al - Al+ 5,99 эВ.

Наиболее характерная степень окисления атома алюминия +3.Отрицательная степень окисления проявляется редко. Во внешнем электронном слое атома существуют свободные *d*-подуровни. Благодаря этому его координационное число в соединениях может равняться не только 4 (AlCl4-, AlH4-, алюмосиликаты), но и 6 (Al2O3,[Al(OH2)6]3+).

В виде простого вещества алюминий - серебристо-белый, довольно твердый металл с плотностью 2,7 г/см3 (т.пл. 660оС, т. кип. ~2500оС). Кристаллизуется в гранецентрированной кубической решетке. Характеризуется высокой тягучестью, теплопроводностью и электропроводностью (составляющей 0,6 электропроводности меди). С этим связано его использование в производстве электрических проводов. При одинаковой электрической проводимости алюминиевый провод весит вдвое меньше медного.

На воздухе алюминий покрывается тончайшей (0,00001 мм), но очень плотной пленкой оксида, предохраняющей металл от дальнейшего окисления и придающей ему матовый вид. При обработке поверхности алюминия сильными окислителями (конц. HNO3, K2Cr2O7) или анодным окислением толщина защитной пленки возрастает. Устойчивость алюминия позволяет изготавливать из него химическую аппаратуру и емкости для хранения и транспортировки азотной кислоты.

Алюминий легко вытягивается в проволоку и прокатывается в тонкие листы. Алюминиевая фольга (толщиной 0,005 мм) применяется в пищевой и фармацевтической промышленности для упаковки продуктов и препаратов.

Основную массу алюминия используют для получения различных сплавов, наряду с хорошими механическими качествами характеризующихся своей легкостью. Важнейшие из них - дюралюминий (94% Al, 4% Cu, по 0,5% Mg, Mn, Fe и Si), силумин (85 - 90% Al, 10 - 14% Sk, 0,1% Na) и др. Алюминиевые сплавы применяются в ракетной технике, в авиа-, авто-, судо- и приборостроении, в производстве посуды и во многих других отраслях промышленности. По широте применения сплавы алюминия занимают второе место после стали и чугуна.

Алюминий, кроме того, применяется как легирующая добавка ко многим сплавам для придания им жаростойкости.

При накаливании мелко раздробленного алюминия он энергично сгорает на воздухе. Аналогично протекает и взаимодействие его с серой. С хлором и бромом соединение происходит уже при обычной температуре, с йодом - при нагревании. При очень высоких температурах алюминий непосредственно соединяется также с азотом и углеродом. Напротив, с водородом он не взаимодействует.

По отношению к воде алюминий вполне устойчив. Но если механическим путем или амальгамированием снять предохраняющее действие оксидной пленки, то происходит энергичная реакция:

2Al + 6H2O = 2Al(OH)3 + 3H2↑

Сильно разбавленные, а также очень концентрированные HNO3 и H2SO4 на алюминий почти не действуют (на холоду), тогда как при средних концентрациях этих кислот он постепенно растворяется. Чистый алюминий довольно устойчив и по отношению к соляной кислоте, но обычный технический металл в ней растворяется.

Алюминий заметно растворяется в растворах солей, имеющих вследствие их гидролиза кислую или щелочную реакцию, например, в растворе Na2CO3.

В ряду напряжений он располагается между Mg и Zn. Во всех своих устойчивых соединениях алюминий трехвалентен.

Соединение алюминия с кислородом сопровождается громадным выделением тепла (1676 кДж/моль Al2O3), значительно большим, чем у многих других металлов. В виду этого при накаливании смеси оксида соответствующего металла с порошком алюминия происходит бурная реакция, ведущая к выделению из взятого оксида свободного металла. Метод восстановления при помощи Al (алюмотермия) часто применяют для получения ряда элементов (Cr, Mn, V, W и др.) в свободном состоянии.

Алюмотермией иногда пользуются для сварки отдельных стальных частей, в частности стыков трамвайных рельсов. Применяемая смесь (“термит”) состоит обычно из тонких порошков алюминия и Fe3O4. Поджигается она при помощи запала из смеси Al и BaO2. Основная реакция идет по уравнению:

8Al + 3Fe3O4 = 4Al2O3 + 9Fe + 3350 кДж

Причем развивается температура около 3000оС.

Оксид алюминия представляет собой белую, очень тугоплавкую (т. пл. 2050оС) и нерастворимую в воде массу. Природный Al2O3 (минерал корунд), а также полученный искусственно и затем сильно прокаленный отличается большой твердостью и нерастворимостью в кислотах. В растворимое состояние Al2O3 (т. н. глинозем) можно перевести сплавлением со щелочами.

Обычно загрязненный оксидом железа природный корунд вследствие своей чрезвычайной твердости применяется для изготовления шлифовальных кругов, брусков и т.д. В мелко раздробленном виде он под названием наждака служит для очистки металлических поверхностей и изготовления наждачной бумаги. Для тех же целей часто пользуются Al2O3, получаемым сплавлением боксита (техническое название - алунд).

Прозрачные окрашенные кристаллы корунда - красный рубин - примесь хрома - и синий сапфир - примесь титана и железа - драгоценные камни. Их получают так же искусственно и используют для технических целей, например, для изготовления деталей точных приборов, камней в часах и т.п. Кристаллы рубинов, содержащих малую примесь Cr2O3, применяют в качестве квантовых генераторов - лазеров, создающих направленный пучок монохроматического излучения.

Al(OH)3 представляет собой объемистый студенистый осадок белого цвета, практически нерастворимый в воде, но легко растворяющийся в кислотах и сильных щелочах. Он имеет, следовательно, амфотерный характер. Однако и основные и особенно кислотные его свойства выражены довольно слабо. В избытке NH4OH гидроксид алюминия нерастворим. Одна из форм дегидратированного гидроксида - алюмогель используется в технике в качестве адсорбента.

При взаимодействии с сильными щелочами образуются соответствующие алюминаты:

NaOH + Al(OH)3 = Na[Al(OH)4]

Алюминаты наиболее активных одновалентных металлов в воде хорошо растворимы, но ввиду сильного гидролиза растворы их устойчивы лишь при наличии достаточного избытка щелочи. Алюминаты, производящиеся от более слабых оснований, гидролизованы в растворе практически нацело и поэтому могут быть получены только сухим путем (сплавлением Al2O3 с оксидами соответствующих металлов). Образуются метаалюминаты, по своему составу производящиеся от метаалюминиевой кислоты HAlO2. Большинство из них в воде нерастворимо.

С кислотами Al(OH)3 образует соли. Производные большинства сильных кислот хорошо растворимы в воде, но довольно значительно гидролизованы, и поэтому растворы их показывают кислую реакцию. Еще сильнее гидролизованы растворимые соли алюминия и слабых кислот. Вследствие гидролиза сульфид, карбонат, цианид и некоторые другие соли алюминия из водных растворов получить не удается.

В водной среде анион Al3+ непосредственно окружен шестью молекулами воды. Такой гидратированный ион несколько диссоциирован по схеме:

[Al(OH2)6]3+ + H2O = [Al(OH)(OH2)5]2+ + OH3+

Константа его диссоциации равна 1.10-5,т.е. он является слабой кислотой (близкой по силе к уксусной). Октаэдрическое окружение Al3+ шестью молекулами воды сохраняется и в кристаллогидратах ряда солей алюминия.

Алюмосиликаты можно рассматривать как силикаты, в которых часть кремниекислородных тетраэдров SiO44- заменена на алюмокислородные тетраэдры AlO45-. Из алюмосиликатов наиболее распространены полевые шпаты, на долю которых приходится более половины массы земной коры. Главные их представители - минералы

ортоклаз K2Al2Si6O16 или K2O.Al2O3.6SiO2

альбит Na2Al2Si6O16 или Na2O.Al2O3.6SiO2

анортит CaAl2Si2O8 или CaO.Al2O3.2SiO2

Некоторые алюмосиликаты обладают рыхлой структурой и способны к ионному обмену. Такие силикаты - природные и особенно искусственные - применяются для водоумягчения. Кроме того, благодаря своей сильно развитой поверхности, они используются в качестве носителей катализаторов, т.е. как материалы, пропитываемые катализатором.

Галогениды алюминия в обычных условиях - бесцветные кристаллические вещества. В ряду галогенидов алюминия AlF3 сильно отличается по свойствам от своих аналогов. Он тугоплавок, мало растворяется в воде, химически неактивен. Основной способ получения AlF3 основан на действии безводного HF на Al2O3 или Al:

Al2O3 + 6HF = 2AlF3 + 3H2O

Соединения алюминия с хлором, бромом и йодом легкоплавки, весьма реакционноспособны и хорошо растворимы не только в воде, но и во многих органических растворителях. Взаимодействие галогенидов алюминия с водой сопровождается значительным выделением теплоты. В водном растворе все они сильно гидролизованы, но в отличие от типичных кислотных галогенидов неметаллов их гидролиз неполный и обратимый. Будучи заметно летучими уже при обычных условиях, AlCl3, AlBr3 и AlI3 дымят во влажном воздухе (вследствие гидролиза). Они могут быть получены прямым взаимодействием простых веществ.

Плотности паров AlCl3, AlBr3 и AlI3 при сравнительно невысоких температурах более или менее точно соответствуют удвоенным формулам - Al2Hal6. Пространственная структура этих молекул отвечает двум тетраэдрам с общим ребром. Каждый атом алюминия связан с четырьмя атомами галогена, а каждый из центральных атомов галогена - с обоими атомами алюминия. Из двух связей центрального атома галогена одна является донорно-акцепторной, причем алюминий функционирует в качестве акцептора.

С галогенидными солями ряда одновалентных металлов галогениды алюминия образуют комплексные соединения, главным образом типов M3[AlF6] и M[AlHal4] (где Hal - хлор, бром или йод). Склонность к реакциям присоединения вообще сильно выражена у рассматриваемых галогенидов. Именно с этим связано важнейшее техническое применение AlCl3 в качестве катализатора (при переработке нефти и при органических синтезах).

Из фторалюминатов наибольшее применение (для получения Al, F2, эмалей, стекла и пр.) имеет криолит Na3[AlF6]. Промышленное производство искусственного криолита основано на обработке гидроксида алюминия плавиковой кислотой и содой:

2Al(OH)3 + 12HF + 3Na2CO3 = 2Na3[AlF6] + 3CO2 + 9H2O

Хлоро-, бромо- и иодоалюминаты получаются при сплавлении тригалогенидов алюминия с галогенидами соответствующих металлов.

Хотя с водородом алюминий химически не взаимодействует, гидрид алюминия можно получить косвенным путем. Он представляет собой белую аморфную массу состава (AlH3)n. Разлагается при нагревании выше 105оС с выделением водорода.

При взаимодействии AlH3 с основными гидридами в эфирном растворе образуются гидроалюминаты:

LiH + AlH3 = Li[AlH4]

Гидридоалюминаты - белые твердые вещества. Бурно разлагаются водой. Они - сильные восстановители. Применяются (в особенности Li[AlH4]) в органическом синтезе.

Сульфат алюминия Al2(SO4)3.18H2O получается при действии горячей серной кислоты на оксид алюминия или на каолин. Применяется для очистки воды, а также при приготовлении некоторых сортов бумаги.

Алюмокалиевые квасцы KAl(SO4)2.12H2O применяются в больших количествах для дубления кож, а также в красильном деле в качестве протравы для хлопчатобумажных тканей. В последнем случае действие квасцов основано на том, что образующиеся вследствие их гидролиза гидроксид алюминия отлагается в волокнах ткани в мелкодисперсном состоянии и, адсорбируя краситель, прочно удерживает его на волокне.

Из остальных производных алюминия следует упомянуть его ацетат (иначе - уксуснокислую соль) Al(CH3COO)3, используемый при крашении тканей (в качестве протравы) и в медицине (примочки и компрессы). Нитрат алюминия легко растворим в воде. Фосфат алюминия нерастворим в воде и уксусной кислоте, но растворим в сильных кислотах и щелочах.

Несмотря на наличие громадных количеств алюминия в почках, растениях, как правило, содержат мало этого элемента. Еще значительно меньше его содержание в животных организмах. У человека оно составляет лишь десятитысячные доли процента по массе. Биологическая роль алюминия не выяснена. Токсичностью соединения его не обладают.

**1.2 Виды алюминиевых руд, их генезы и состав**

Основными промышленными рудами, содержащими алюминий, являются бок­сит, нефелин, алунит и каолин.

Качество этих руд оценивают по содержанию в них глинозема Al O, ко­торый содержит 53% Al. Из других показателей качества алюминиевых руд наиболее важным является состав примесей, вредность и полезность кото­рых определяются применением руды.

***Боксит*** является лучшим и во всем мире основным сырьем для по­лучения алюминия. Его используют также для производства искусственного корунда, высокоогнеупорных изделий и для других назначений. По хими­ческому составу эта осадочная горная порода представляет собой смесь гидратов глинозема Al O nH O с окислами железа, кремния, титана и других элементов. Наиболее распространенными гидратами глинозема, вхо­дящими в состав бокситов, являются минералы: диаспор, бемит и гидрар­геллит. Содержание глинозема в боксите даже в одном месторождении ко­леблется в очень широких пределах - от 35 до 70%.

Входящие в состав боксита минералы образуют очень тонкую смесь, что затрудняет обогащение. В промышленности в основном применяют сырую ру­ду. Процесс извлечения алюминия из руды сложный, очень энергоемкий и состоит из двух стадий: сначала извлекают глинозем, а затем из него получают алюминий.

Предметом мировой торговли является как сам боксит, так и извлечен­ный из него или других руд глинозем.

На территории СНГ залежи бокситов распределены неравномерно, и бок­ситы разных месторождений неравноценны по качеству. Месторождения наи­более высококачественных бокситов находятся на Урале. Большие запасы бокситов имеются также в Европейской части СНГ и в Западном Казахста­не.

У нас в стране все добываемые бокситы разделены на десять марок. Ос­новное различие между бокситами разных марок состоит в том, что они содержат разное количество основного извлекаемого компонента-глинозе­ма и имеют разную величину кремниевого модуля, т.е. разное содержание глинозема к содержанию вредной в бокситах примеси кремнезема (Al O SiO). Кремниевый модуль является очень важным показателем ка­чества бокситов, от него в сильной мере зависят их применение и тех­нология переработки.

Основные показатели качества бокситов всех десяти марок приведены в таблице. Там же указано и преимущественное применение бокситов разных марок.

Бокситы одних и тех же марок используют для различных назначений, так например, боксит марки Б-1 может использо­ван для производства глинозема, плавленых огнеупоров и глиноземистых цементов. Однако в зависимости от назначения к бокситу одной и той же марки при одинаковых основных показателях качества (содержание Al O и кремниевом модуле) предъявляют разные требования по содержанию при­месей серы, окиси кальция и фосфора.

Содержание влаги в бокситах любых марок установлено в зависимости от их месторождения: наименьшая влажность (не более 7 %) установлена для бокситов южно-уральских месторождений, а для северо-уральских, каменск-уральских и тихвинских-соответственно не более 12, 16 и 22%. Показатель влажности не является браковочным признаком и служит то­лько для расчетов с потребителем.

Боксит поставляют в кусках размером не более 500 мм. Перевозят его навалом на платформах или в гондолах.

***Нефелин***Na(AlSiO) - минерал светло-серого или зеленоватого цвета. Твердость 5.5-6. Содержит 30-40% Al O. Используют нефелин как металлургическую руду для последовательного извлечения глинозема и алюминия, а также в химической, стекольной и кожевенной промышленно­сти.

***Алунит* (**квасцовый камень) KAl (SO) (OH) - минерал белого, се­рого или красноватого цвета. Твердость 3.5-4.0. Содержит 37 % Al O.

Служит для получения квасцов, глинозема и калиевых солей.

***Каолин*** Al O 2SiO 2H O - распространенная горная порода. По внешнему виду это белая землянистая масса, являющаяся продуктом разрушения кристаллических пород-гранитов, гнейсов и др. Твердость около 1, содержит 37.5 % Al O . Каолин применяют для производства фарфоро­вых и фаянсовых изделий, изоляторов, а также как наполнитель в рези­новой промышленности.

**2. СПЕЦ. ЧАСТЬ**

**2.1 Производство криолита из угольной пены**

Доставленная из электролизного цеха угольная пена подвергается магнитной сепарации (во избежание попадания в дробилку металлических предметов) и затем дробится на щековой дробилке, а после направляется на мокрое измельчение в шаровую мельницу. Измельченная в мельнице пена разделяется в спиральном классификаторе на два продукта - пульпу, вмещающую тонкие частицы пены, и пески, состоящие из более крупных частиц пены.

Эффективность помола твердых частиц, содержащихся в сливе классификатора, характеризуется следующим показателем - 80-90% частиц пены относятся к классу крупности - 0,075 мм, что обеспечивает хорошее разделение частиц угля и электролита.

Пески возвращают на доизмельчение в шаровую мельницу. Слив из классификатора, разбавленный водой до соотношения Ж:Т= (3-4):1, поступает в контактный чан на перемешивание с флотореагентом и далее направляется на флотацию.

Флотационная обработка основана на свойстве не смачивающихся водой (гидрофобных) материалов прилипать к находящимся в водном растворе пузырькам воздуха. Гидрофобность материалов может быть усилена введением в раствор флотореагентов, которые, попадая на поверхность мелкодисперсных гидрофобных частиц, еще более ухудшают их смачиваемость водой, и поэтому они более интенсивно прилипают к пузырькам воздуха и вместе с ними выносятся на поверхность пульпы. Для увеличения эффективности процесса флотации важно иметь тонкое измельчение материала, т.к. крупные частицы не могут удерживаться пузырьками воздуха.

В процессе флотации угольной пены присутствуют два вида частиц: хорошо смачиваемые водой (гидрофильные) частицы электролита и гидрофобные частицы угля.

Для усиления гидрофобных свойств угля в качестве флотореагента применяют смесь соснового масла с керосином в соотношении 1:9 или технического скипидара и керосина в соотношении 2:1. На производство 1 тонны флотационного криолита расходуется 1700 кг угольной пены, 0,4 кг соснового масла и 3-4 кг керосина. Возможно применение также и других видов флотореагентов.

Частицы угля, адсорбировавшие на своей поверхности флотореагент, становятся практически не смачиваемыми водой и увлекаются вверх пузырьками воздуха, образуя пену, которая непрерывно механическими гребками снимается с поверхности пульпы. В результате пульпа обогащается частицами электролита, которые оседают на дно флотационной машины, а затем удаляются из нее как конечный продукт флотации - концентрат. Угольные частицы, снимаемые с пеной, являются вторым конечным продуктом флотации (хвосты), который направляется в отвал. Химический состав хвостов флотации следующий, %: F - 8,8; Nа - 6,7; А1 - 5,7; Са - 0,7; Мg - 0,5; SiO2 - 0,25; Fe2Оз - 1,6; S04-0,5; ппп- 72,1.

Процесс флотации проводится во флотационной машине (см. рис.2., стр. 38), представляющей собой емкость прямоугольного сечения, разделенную поперечными перегородками на ряд камер, снабженных импеллерами, вращающимися со скоростью 275-600 об/мин. Благодаря наличию отверстий в придонной части перегородок уровень пульпы во всех камерах одинаков. Пульпа подается в первую камеру машины и последовательно переходит из одной камеры в другую. Из последней камеры первой флотомашины непрерывно самотеком выпускается пульпа, обогащенная криолитом, а угольные частицы в виде пены снимаются гребками пекогонов с поверхности пульпы каждой камеры в общий желоб. В первой группе камер первой флотомашины проводится основная флотация. Хвосты же основной флотации отправляются на контрольную флотацию, которая осуществляется в нескольких камерах второй флотомашины. В остальных камерах первой и второй флотомашин, соединенных последовательно, производится перечистка криолита с получением криолитового концентрата. После контрольной флотации и выделения промпродукта-2 хвосты отправляют в отвал.

Первичный криолитовый концентрат направляется на перечистную флотацию, продуктами которой являются: промпродукт-1, возвращаемый на измельчение и классификацию, и криолитовый концентрат, который после сгущения, фильтрации и сушки отправляется в электролизные корпуса. Как правило, криолитовая пульпа, полученная флотацией угольной пены, смешивается с пульпой регенерационного криолита, и в электролизный цех направляется смешанный криолит.

Сухой готовый флотационный криолит должен содержать, %: F - более 44; Nа - не более 30; А1 - более 12; С - 1,5; Si02-0,9; Fе20з-0,5;Н20-1,5.

На каждую тонну получаемого флотационного криолита приходится образование 700 кг хвостов, которые направляются на шламовое поле (примерно 40% от исходной массы угольной пены).

Основным компонентом хвостов флотации является углерод, но компоненты электролита по-прежнему содержатся в них в опасных для экологии концентрациях. Если считать, что при производстве 1 тонны алюминия снимается 50 кг пены, около 20 кг из нее отправляется на шламовое поле. К этому надо добавить уловленную пыль в мокрых скрубберах, количество которой составляет около 20 кг на тонну алюминия (для электролизеров ВТ). Общее количество шламов и хвостов флотации составляет порядка 40 кг на тонну алюминия.

Следовательно, завод с годовой производительностью 250 тысяч тонн алюминия отправляет на шламовое поле более 10 тысяч тонн веществ, содержащих фтористые и иные химические соединения. Поэтому сооружение и эксплуатация шламовых полей относится к экологическим проблемам производства алюминия.

**2.2 Химический состав угольной пены**

Химический состав угольной пены приблизительно следующий (%):

F - 29-31; Nа - 15-18; А1 - 10-13; Са - 0,8-1,5; Мg -0,2-0,5; SiO2 - 0,2-0,5; Ре20з - 0,2-0,8; С - 28-30.

**2.3 Назначение смешанного вторичного криолита**

Алюминиевая промышленность является крупным потребителем фтористых солей - криолита. Криолит при электролитическом получении алюминия служит расплавленной средой (растворителем) для глинозема.

Криолит - не что иное, как соль фтора. Единственная соль, которая растворяет глинозем в процессе электролиза. То есть без этой "мелочи" добыть алюминий невозможно. Криолит можно покупать (свежий - его изготавливают на специальных заводах), а можно произвести самому *(так называемый вторичный, из уловленных фторсодержащих веществ).*

Уловленные газы не только не поступают в атмосферу, но и служат важному делу - получению очень нужного для электролиза продукта. После сложных химических процессов из него образуется вторичный смешанный криолит. Перед тем как поступить в электролизный цех, криолит должен быть высушен. Влага - его вредная составляющая, которая ведет к повышенному расходу сырья и электроэнергии и избыточным выбросам.

Поскольку высушенный криолит - вещество очень пылящее, устанавливают мощную трехступенчатую газоочистную систему. Все, что она улавливает, вновь возвращается в основное производство. Безотходный принцип организации технологии - путь, сулящий немалую экономию и оздоровление экологической обстановки.

Смешанный вторичный криолит, предназначенный для производства алюминия, стекла, эмалей, для вторичной обработки металлов и для изготовления абразивных изделий

**3. КПВО**

**3.1 Отчерпывание электролита из электролизеров в урны**

Как известно, образующийся в процессе электролиза алюминий скапливается в шахте ванны под слоем электролита. Для поддержания нормального технологического режима и превращения алюминия в товарную продукцию его периодически извлекают (выливают) из электролизера. Современные электролизеры средней мощности нарабатывают в сутки 550—700 кг алюминия, а большой мощности—до 1200 кг. В зависимости от принятой технологии и с учетом трудовых затрат выливку алюминия из ванн осуществлять по различным графикам. В отечественной промышленности наибольшее распространение получил график, предусматривающий выливку из ванн алюминия через двое суток; в отдельных случаях выливку ведут ежедневно.

Выливку металла из ванн осуществляют под разрежением специальными вакуумными ковшами, которые транспортируются при помощи электромостовых кранов или специальными самоходными машинами. К стальному корпусу вакуумного ковша, футерованному огнеупорным кирпичом, при помощи фланцевых соединений монтируются съемная заборная труба из чугуна.

На верхней крышке ковша имеется герметизированный люк для извлечения застывшего расплава при чистке ковша. С противоположной от заборной трубы стороны в корпусе ковша предусмотрено смотровое отверстие для наблюдения за ходом наполнения вакуум-ковша.

После монтажа футеровки вакуум-ковш тщательно просушивают, а перед началом выливки прогревают.

Для создания в ковше разрежения принимают различные схемы. Наибольшее распространение получили схемы централизованного создания вакуума в специально оборудованных высокопроизводительными вакуум-насосами отделениях электролизного цеха. В этом случае от вакуумных станций во все корпуса проводят трубопроводы, называемые вакуум-линиями. При помощи гибкого шланга вакуум-ковш подключают к такой линии и в него засасывается металл. Существуют схемы создания разрежения установленными на каждом ковше вихревыми насосами. Для этого применяют линии сжатого воздуха, имеющиеся в корпусах, а на вакуум-ковше устанавливают эжектор.

Выливку металла из электролизера осуществляют через пробиваемое в корке электролита отверстие — “летку”; место для выливки металла для каждого электролизера строго постоянно.

В этом месте форму настыли поддерживают в состоянии, позволяющем беспрепятственно выливать металл. Для уменьшения вероятности заплавления конца заборной трубы вакуум-ковша подину ванны в районе “летки” перед выливкой очищают от осадка.

Операции выливки металла выполняют в следующей последовательности:

К подготовленному для выливки электролизеру подвозят полностью смонтированный вакуум-ковш и его заборную трубу опускают под слой электролита на глубину не менее 100 мм. При этом внимательно следят, чтобы конец трубы не коснулся подины ванны. Затем уплотняют смотровое отверстие и одновременно подключают ковш к системе, создающей внутри него разрежение. За счет созданного в ковше разрежения металл всасывается в ковш. За поступлением в ковш металла следят через смотровое отверстие.

По мере уменьшения алюминия в электролизере на нем возрастает напряжение вследствие роста сопротивления увеличивающегося междуполюсного зазора. Поэтому одновременно с выливкой опускают анод с таким расчетом, чтобы напряжение все время не превышало нормального значения более чем на 0,2 В. Во время выливки внимательно следят за тем, чтобы анод опускался равномерно по всей шахте ванны. Не допускается зависание анода на корке электролита и касание его заборной трубы во избежание ее прогорания.

Количество вылитого металла из ванны определяют через смотровое окно по заполнению ковша, объем которого известен. Для более точного определения вылитого металла применяют специальные устройства, позволяющие взвешивать ковш по время выливки.

После окончания выливки “летку” и обрушившиеся места корки электролита заделывают глиноземом, на электролизере устанавливают нормальное рабочее напряжение. Вакуум-ковш с металлом транспортируют либо к месту переливки металла в литейные ковши открытого типа, либо в приемную печь литейного отделения.

**4. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ**

**4.1 Основные направления, повышения эффективности производства**

##### Повышение эффективности переработки лома и отходов алюминия

Анализ сложившейся в настоящее время в странах СНГ ситуации с производством вторичных алюминиевых сплавов показывает существенное отставание от западноевропейских заводов по переплавке алюминиевого лома и отходов.

На фоне складывающейся в России неблагоприятной ситуации с заготовкой лома и отходов алюминия, а также следование сложившейся за долгие годы привычке крупных литейных предприятий использовать сплавы, приготовленные из первичных металлов, для производителей вторичных алюминиевых сплавов наступают нелёгкие времена.

Между тем, производство вторичного алюминия в силу меньших энергетических затрат и существенно меньших чем при производстве первичного металла выбросов вредных веществ в окружающую природную среду, будет возрастать. По прогнозам доля вторичного алюминия в общем потреблении к 2030 году может возрасти до 22 - 24 млн. т. в год.

В связи с этим, сегодня вновь становятся актуальными следующие направления в развитии производства вторичных алюминиевых сплавов:

1. Использование рациональной для каждого предприятия схемы обращения с алюминиевыми шлаками.

2. Совершенствование технологии подготовки алюминиевого лома к плавке.

3. Снижение затрат на рафинирование от магния при производстве сплавов с Mg < 0,1 % с одновременным решением вопросов снижения выбросов солей в окружающую среду.

4.Совершенствование технологии переработки ломов на высококачественные сплавы.

Снижение потерь металла со шлаками определяются причинами шлакообразования при плавке алюминиевого лома:

1. наличием загрязнений на амортизационном ломе, его влажностью и степенью коррозии, скорость нагрева лома в печи во время плавки;

2. теплопередачей в слой шихты в пространстве печи;

3. наличием в составе шихты фрагментов лома с повышенным содержанием магния.

МЕРОПРИЯТИЯ ПО ПОДГОТОВКЕ И ПЛАВКЕ ЛОМОВ

Снижение выхода шлака и потерь металла с ними предопределяют следующие мероприятия по подготовке шихты к плавке, а также и по проведению самого процесса плавления лома в печи.

К ним относятся в первую очередь применение технологии дробления, сепарации (пневматической и магнитной) позволяющей:

-во-первых, очистить лом от механических загрязнений и окислов;

-во-вторых, высушить лом за счёт тепла выделяемого при дроблении.

Реализация этих рекомендаций позволит сократить объём шлаков за счёт удаления засора (балласта) перед плавкой, и, как следствие, сократить потери металла с ним.

Из практики известно, что плавка предварительно очищенного лома позволяет сократить потери металла как минимум на половину величины удалённого при дроблении механического засора и окислов от коррозии лома.

Проведённые ещё в начале 80-х годов промышленные исследования по плавке дробленого лома на дробилке фирмы «Линдеман» (Подольский ВЦМ) показали, что извлечение металла повышается на 1,5% при плавке в отражательных печах, а плавка лома с использованием флюсов позволяет повысить извлечение металла в сплавы ещё на 2% .

Расчёты показывают, что при производительности завода ~ 2000т. в месяц, плавка дроблёного лома позволит получить дополнительно, по меньшей мере, 35 тонн алюминиевых сплавов, а использование предварительно высушенных флюсов при плавке (расход 5-7% от веса сплава) позволит получить дополнительно ещё такое же количество металла.

Для реализации вышеописанных предложений необходимо, как минимум, приобретение установки дробления и сепарации алюминиевого лома с последующим её использованием вкупе с ручной предварительной сортировкой ломов по группам сплавов на сортировочном конвейере с грохочением для удаления землистого засора.

ПЕРЕРАБОТКА ШЛАКОВ

В настоящее время на заводах использующих пламенную отражательную плавку образуется порядка 14-16% от веса перерабатываемого лома шлаков и выгребов. На практике в шлаках, после ручной выборки корольков содержание алюминия составляет не более 20%. При относительно малых объёмах шлакообразования (500-3000 тонн в год), приобретение установки глубокой переработки шлаков стоимостью 300-400 тыс. $ вряд ли будет экономически оправданным.

Для условий малых и средних предприятий оптимально использование установок горячего выдавливания металла из шлака, которые позволит извлекать из шлаков до 80% содержащегося в них жидкого алюминия и решит вопрос «выгорания металла» в процессе его остывания, существенно снизит «пыление» шлака при хранении и транспортировке.

Например, использование горячего прессования шлаков для объёма образования -3000 т/год, позволит получить дополнительно:

3000 х 0,25 х 0,8 х 0,95 = 570 т. в год металла;

где: 0,25 - содержание металла в шлаке;

0,8 - извлечение при прессовании;

0,95 - извлечение при переплаве выжимка.

Остальное количество металла может быть реализовано заводам, специализирующимся на переработке алюминиевых шлаков.

Расчётный срок окупаемости установки горячего прессования шлаков составит 3 – 5 месяцев.

Можно также утверждать, что использование горячего прессования шлаков позволит сократить ручной труд и снизить потери металла при остывании шлаков в шлаковницах и на складе.

Переработка окисленной части шлака должно осуществляться по стандартной технологии: дробление - сепарация с выделением королькового металла в концентрат с содержанием металла не менее 50 %.

В последние годы некоторые предприятия используют вращающиеся наклоняющиеся печи грушевидной формы с петлевым факелом для переработки концентрата от обогащения алюминиевых шлаков. Технология предполагает низкий расход солей (5-7%), а, следовательно, и малые потери металла со шлаками, меньший унос хлоридов с отходящими газами. Однако практика показывает, что плавка шлаков во вращающихся поворотных печах, в отличие от плавки кускового лома, не даёт желаемых результатов. Причина, на наш взгляд, заключается в том, что регулирование технологического процесса осуществляется на грани «искусства» во-первых, из-за высокой летучести хлоридов (когда они испарятся, в слое шлака могут пойти металло-термические реакции), во-вторых, из-за измельчения расплавленных корольков металла слоем окислов.

Теоретические и экспериментальные исследования процессов плавки алюминиевого лома показывают, что для снижения потерь металла за счёт окисления плавка должна протекать в режимах максимально возможного теплового потока от источника тепла к приёмнику. При плавке мелкого сыпучего шлака или шлакового концентрата этого можно достичь путем подачи тепла в тонкий слой материала, а для резкого сокращения окисляемой поверхности металла (единичных капель металла) необходимо создать условия для их слияния: «мягкое» перемешивание в присутствии поверхностно активных добавок – расплавленных хлоридов и фторидов.

Эти условия могут быть созданы в условиях поворотной и вращающейся противоточной цилиндрической печи.

Плавка осуществляется с изменением наклона печи от 0 до 5 – 7 град. и малом числе оборотов при высоте слоя материала 100 – 200 мм. Испытания по плавке шлаков показали, что при расходе солей не более 7% извлечение в жидкий металл составляет до 95% от исходного содержания. Аналогичные результаты получены и при переплаве цинковой изгари и цинковых шлаков, проблема извлечения металла из которых остаётся актуальной до сих пор. В каждом конкретном случае и для каждого конкретного металлизированного сырья и полупродуктов необходимо подбирать количество флюсов, температуру процесса и скорость перемещения нагреваемых сырья и продуктов плавки.

РАФИНИРОВАНИЕ ВТОРИЧНЫХ АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ

Одним из направлений повышения рентабельности производства вторичных алюминиевых сплавов является расширение номенклатуры и выпуск высокомарочных сплавов по мировым стандартам. В условиях значительного повышения цен на амортизационный лом и всё возрастающих цен на энергоносители - это единственный способ удержаться на мировом рынке металлов.

В настоящее время для удаления из сплавов избыточного магния используется, в основном, рафинирующие флюсы на основе хлоридов и фторидов калия, натрия и алюминия. Затраты на приобретение флюсов на некоторых, производящих высокомарочные литейные сплавы предприятиях, существенны. В связи с этим повышение эффективности их использования актуальна, как с точки зрения снижения себестоимости сплавов, так и снижения вредных выбросов в окружающую среду. На практике, при существующих технологиях флюсования, расход активного флюса (смесь криолита, фтористого алюминия и сильвинита) обычно составляет 7-10 кг на 1 кг магния, что в 2-3 раза больше теоретически необходимого. Повышенный расход флюсов увеличивает выход шлаков рафинирования, и, как следствие, потери металла с ним. Так, например, на заводе, использующем до 30 т/мес. флюса «ЭКОРАФ 3» из-за двойного его перерасхода образуется порядка 50 т. шлака дополнительно. В этот шлак будет, увлекается: 50 х 40% = 20 т алюминия, а теряется в связи с неполнотой извлечения и окисления порядка 8 т. металла.

Приведенные данные показывают, насколько важен вопрос оптимизации технологии рафинирования как с точки зрения сокращения расхода флюсов до теоретически необходимого, так и связанного с этим снижения выбросов хлоридов и фторидов в окружающую среду.

Наиболее приемлемым вариантом в этом случае был бы вариант поиска более дешевого флюса с наименьшим (близким к стехиометрическому) расходом.

Кроме того, технология должна предусматривать минимизацию времени рафинирования, которое в настоящее время составляет 45-90 минут, и при более глубоком рафинировании от магния (до 0,1%), может, существенно возрасти.

В настоящее время имеются технологии плавки и рафинирования вторичного алюминия позволяющие сократить потери со шлаками, снизить расход флюсов и времени рафинирования, снизить выбросы галогенов в окружающую среду, в т.ч. и их залповые выбросы. Вопрос заключается в правильном их применении на основе известных представлений в области теории металлургических процессов и теории печей и гидродинамики расплавов при искусственном их перемешивании.

Для доведения качества сплавов до уровней мировых стандартов по содержанию водорода и неметаллических включений на заводах необходимо внедрить систему рафинирования металла в процессе его разлива на конвейер, включающий продувку расплава азотом с последующей фильтрацией через стеклосетку или пенокерамический фильтр. Инвестиции на создание и освоение такой установки составят прядка 10 тыс. $, эксплуатационные затраты - около 1,2 $ на тонну сплава. Такая установка с положительным эффектом прошла широкомасштабные промышленные испытания на Ташкентском и Харьковском заводах Вторцветмет ещё в 80-х годах.

ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ТЕХНОЛОГИИ ПЛАВКИ АЛЮМИНИЕВОГО ЛОМА В ОТРАЖАТЕЛЬНЫХ ПЕЧАХ ЗАВОДА

Анализ условий теплопередачи, реализуемой в топливных печах отражательного типа показывает, что теплопередача в них осуществляется, в основном, за счёт лучистого теплообмена (радиацией) и зависит от нескольких факторов: коэффициента лучеиспускания от газа и кладки на материал (шихта, ванна расплава), разности температур между теплоотдающими и тепловоспринимающими поверхностями в четвертой степени, величине этих поверхностей и времени воздействия. Поскольку все эти величины, за исключением температуры теплоотдающих поверхностей, практически постоянны, то существенно повысить теплоотдачу можно только повышением температуры в печном пространстве. Повышение теплоотдачи естественно приведет к повышению скорости плавки шихты.

*При плавке алюминия скорость нагрева шихты во многом определяет и количество окислившегося в процессе плавки металла.*

При переходе с установившейся на заводах технологии плавки на плавку с «горячим ходом», (до 1200С под сводом плавильной печи) извлечения можно повысить ещё, как минимум на 1,5%.

Однако в существующих на заводах отражательных печах с горелками отечественного производства, работающими на холодном или подогретом до 200С воздухе достижение такой температуры в плавильном пространстве потребует повышение расхода топлива, как минимум на 25-30%, что повлечёт за собой увеличение объёма дымовых газов и их температуры. Существующие системы дымоотвода и газоочистки вряд ли справятся с новыми параметрами отходящих газов.

В сложившейся ситуации напрашивается два технических решения:

- применение системы регенерации тепла дымовых газов с использованием горелок работающих на подогретом до 900С воздухе.

Система позволяет сократить на 25-30% расход топлива и снизить температуру отходящих дымовых газов до 200 - 260С.

Последний факт существенно облегчит работу системы пылеулавливания и значительно сократит выбросы вредных веществ в окружающую среду.

- Использование обогащённого кислородом дутья (до30% О2), что позволит существенно повысить температуру факела при одновременном снижении количества отходящих газов, уменьшение количества воздуха на их разбавление для снижения температуры перед рукавными фильтрами. В настоящее время, в связи с появлением высокопроизводительных кислородных станций на молекулярных ситах, либо использования жидкого кислорода это решение становится реальностью.

ВЫВОДЫ

В условиях всё возрастающего дефицита сырья для выплавки высококачественных вторичных алюминиевых сплавов внедрение рациональных схем подготовки и металлургической переработки лома алюминия, повышающей извлечение и качество металла является актуальной задачей.

К наиболее приемлемым, с точки зрения минимизации инвестиций, являются следующие мероприятия:

- использование рациональных схем переработки алюминиевых шлаков, позволяющих возвращать в производство увлеченный при выгребе шлака из печи металл и сокращающих окисление металла при хранении шлаков на складе;

- приобретение установок дробления и сепарации алюминиевого лома;

- внедрение передовых технологий рафинирования алюминиевых сплавов с цель сокращения расходов активных флюсов и повышения качества металлов по содержанию неметаллических включений и водорода;

- применение современных систем регенерации тепла отходящих газов с цель подогрева воздуха поступающего на горение до 900С с одновременным снижением температуры отходящих газов до 200 - 260С;

- использование дутья обогащенного кислородом для повышения теплоотдачи факела в плавильных печах.

**5. ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ**

Право на безопасный труд является одним из основных прав рабочих, которое гарантируется Конституцией Российской Федерации. Под охраной труда в соответствии с “Основами законодательства РФ об охране труда” понимается “система обеспечения безопасности жизни и здоровья работников в процессе трудовой деятельности, включающая правовые, социально - экономические, организационно - технические, лечебно - профилактические, реабилитационные и иные мероприятия”. Рассмотрим основные положения по организации этой работы.

**5.1 Санитарно-гигиенические характеристики условий труда**

Выделяющиеся в атмосферу корпуса газообразные вещества воздействуют на обслуживающий персонал и создают возможность профессионального заболевания. Поэтому содержание таких соединений в атмосфере рабочей зоны строго лимитировано, а их предельно допустимые концентрации приведены ниже:

Существенное влияние на условия труда в корпусах оказывает выделение тепла от электролизеров, в результате чего в летний период температура на рабочих местах, особенно в одноэтажных корпусах и при многорядном расположении ванн, не редко превышает 50 0С, а зимой практически не отличается от наружной температуры вследствие большого воздухообмена.

Влажность воздуха на рабочих местах определяется влажностью наружного воздуха.

Отдельные технологические и ремонтные операции, проводимые в цехе, сопровождаются значительным шумом, который воздействует на органы слуха и на организм в целом.

Выполнение некоторых операций (работа на самоходных машинах по обслуживанию ванн, при использовании переносных машин по забивке штырей на ваннах с БТ, пневмоинструмента и пр.) связана с воздействием вибрации на рабочего. Эти факторы не являются постоянно действующими и при нормальном состоянии техники и технологии не превышают допустимых норм.

Характерная особенность электролитического производства алюминия - термическое воздействие и, как следствие, ожогов тела человека. Ожоги возможны при расплескивании расплава из ванны под воздействием выделяющихся газов, при работе по выливке и переливке жидкого металла, при соприкосновении с раскаленными частями технологического оборудования и инструмента и пр.

Использование значительных количеств различных химических веществ не исключает возможность отравления организма работающих и получения профессионального заболевания.

Перемещение большого количества сырья, инструмента, готовой продукции и отходов производства, выполняемого с помощью различных подъемных и транспортных устройств, связано с потенциальной опасностью непреднамеренного наезда на человека, опрокидывания, обрыва и падения груза, что также представляет опасность для здоровья.

Наиболее опасным производственным фактором в корпусе является возможность поражения человека электрическим током, так как практически все части электролизера имеют значительный потенциал (до 850 В) по отношению к земле или заземленным предметам. Кроме технологической электроэнергии в корпусе имеются линии переменного тока, от которых питаются различные транспортные машины (краны, МНП), а также сети, обслуживающие электродвигатели, установленные на электролизерах. Поэтому при нарушениях правил электробезопасности всегда имеется возможность поражения человека электрическим током. Кроме того, в цехе эксплуатируются большое количество трубопроводов, находящихся под давлением, применяются баллоны со сжиженными газами, что также может стать источником травматизма.

Несмотря на применяемые меры по улучшению условий труда у работников электролизных цехов, в отдельных случаях возникают профессиональные заболевания, и основным из них является флюороз, который вызывается отложением солей фтора в костях. Наиболее часто флюороз выражается в поражении суставов, желудочно-кишечного тракта, зубов и печени. У рабочих, длительно контактирующих с пеком, могут возникнуть различные кожные заболевания. Постоянное совершенствование техники и технологии производства алюминия приводит к снижению риска профессионального заболевания.

**5.2 Электробезопасность**

Рассмотрим основные вопросы электробезопасности в цехах электролиза. Как уже было сказано выше, эдектролизы соединяются последовательно в большие группы - (серии) и и подключаются к кремниевой преобразовательной подстанции (КПП). Число ванн на серии зависит от конструкции электролизера и величины напряжения, которое может обеспечить КПП, и достигает 200 шт. Все конструктивные инструменты электролизеров надежно изолированы от земли и заземленных конструкций. Но проведение технологических операций по обслуживанию ванн приводит к полным или частичным замыканиям ванн на землю и возникновению токов утечки, которые могут достигать значительных величин. Точки утечки проходят по подземным сооружениям (трубопроводы, железобетонные конструкции, оболочки кабелей и пр.), их выход во влажный грунт сопровождается электрохимической коррозией, которая разрушает вышеуказанные сооружения и способствует возникновению аварий. Нарушение изоляции электролизеров приводит к тому, что одновременное прикосновение к конструкциям, находящимся под протеканием электрического тока через тело человека. Сила тока выше 0,1 А является смертельной для человека, и поэтому безопасным считается напряжение не более 36 В, а в некоторых случаях (работа внутри металлических сосудов и пр.) допускается применением напряжения не более 12 В.

Лица не электротехнических специальностей могут обслуживать электрифицированные устройства (станки, переносные приборы и инструменты и пр.) только после производственного инструктажа, в том числе по электробезопасности.

Для защиты персонала от поражения электрическим током, протекающим по электролизерам, предусматриваются различные мероприятия.

*Электрическая изоляция*. Электролизные корпуса представляю собой сложные инженерные сооружения, и необходимость защиты людей от поражения электрическим током предопределяет необходимость разработки множества изоляционных узлов. Сложность заключается в том, что приходится изолировать от земли многотонные строительные конструкции.

Особую опасность представляет появление потенциалов земли на конструкциях шинного канала в одноэтажных корпусах при выполнении таких операций, как чистка каналов от пыли, сварочные работы при капитальном и текущем ремонтах катодных кожухов и ошиновки.

Стальные вентиляционные решетки, которые располагаются вдоль корпусов, укладываются на изоляционные прокладки. Катодные кожухи и ошиновка устанавливаются на конструкции с прокладками из электроизоляционного материала - чаще всего асбоцемента. Электролизеры от стен устанавливают на расстоянии не менее 4 м, а между рядами электролизеров расстояние должно быть не менее 7 м. Металлические перекрытия шинных каналов (рифленки) крепят одним концом к катодному кожуху, и поэтому они находятся под потенциалом ванны. Трубопроводы и газоходы устанавливают в корпусе на высоте более 3,5 м, и все трубопроводы и газоходы должны иметь электроизоляционные вставки через каждые 40 м, а газоходы каждой ванны соединяются с общим газоходом через электроизоляционную вставку.

*Разделительные трансформаторы.* Питание электродвигателей, установленных на конструкциях электролизера (механизмы подъема анодов, анодных рам и штор), осуществляется через разделительные трансформаторы, у которых вторичная обмотка не заземлена. Это позволяет исключить попадание постоянного тока в сеть переменного тока, что могло бы привести к тяжелым авариям в питающих трансформаторах. Поэтому такие разделительные трансформаторы устанавливаются на две ступени: обеспечивающие потребителей в корпусе напряжением 380/220 В, а трансформаторы второй ступени - непосредственно в корпусе и к ним подключаются 4-8 электролизеров. При необходимости проведения ремонтных работ на электролизерах сварочные трансформаторы и другой электрифицированный инструмент подключается через эти же разделительные трансформаторы. В системах АСУТП смонтированы устройства, позволяющие фиксировать ухудшение электроизоляции между обмоткой двигателя и сетью постоянного тока.

Грузоподъемные механизмы мостовых кранов (крюки, штанги, механизмы на комплексных кранах) должны иметь тройную изоляцию от моста крана, который перемещается по не изолированным от земли подкрановым путям - рельсы, тележки изолируются от моста крана. Механизмы, установленные на тележки, изолируют от ее корпуса, и крюк изолируют от обоймы. Каждая ступень изоляции должна иметь сопротивление не менее 1,5 Мом, измененное переносным мегомметром напряжением 1000 В.

В процессе эксплуатации изоляция периодически очищается от пыли и грязи и ее состояние контролируется электрослужбой.

**5.3 Техника безопасности при обслуживании электролизеров**

Персоналу необходимо знать, что обслуживание ванн должно проводиться в исправной спецодежде и валенках, а работы, связанные с расплавом (пробивка корки, подгартывание глинозема, гашение анодных эффектов, выливка металла, переплавка холодного металла и пр.) должны выполняться в опущенной на лицо и надежно закрепленной шляпе с защитными очками. Все работы в корпусе ведутся в респираторе.

*Обжиг и пуск электролизеров.* В зависимости от способа пуска электролизеров (новых или после капитального ремонта), их типа (БТ, ВТ, ОА) и способа и способа обжига условия и безопасности труда в корпусе имеют свои особенности. При пуске новых серий с СОА главной особенностью являются резко повышенная загазованность погонами пека, образующаяся при формировании анодов. Объем работ при пуске новых серий всегда больше, а условия труда всегда хуже, чем при пуске ванн после капитального ремонта.

Перед пуском электролизеры тщательно проверяются всеми специалистами цеха - технологами, механиками и электриками. Пространство вокруг электролизера и шинные каналы очищаются от посторонних предметов и мусора, подготавливаются необходимый технологический инструмент, сырье и металлы, потребность в которых может возникнуть в период обжига и пуска (асбест, изоляционные прокладки, оборотный электролит, фториды и пр.).

Часто контроль над распределением тока по подине осуществляют путем определения величины тока, текущего по блюмсам, для чего открывают рифленки. Проводить такие замеры можно лишь под присмотром технологического персонала; после замеров шинные каналы должны быть закрыты, так как санитарно-гигиенические условия труда в этот период очень тяжелые, что повышает вероятность травматизма.

При пуске заливать металл и электролит в ванну значительно проще, так как не требуется формировать новый анод. Пуск таких ванн не отличается от пуска новых ванн, но подина и анод при пуске на жидком металле, особенно в зимнее время, должны быть прогреты с целью удаления влаги и предотвращения взрывов. В процессе пуска ванна должна быть огорожена, и весь персонал, не участвующий в операциях по пуску, должен быть удален за ограждения.

В послепусковой период меры безопасности не отличаются от требований для нормально работающих ванн.

*Пробивка корки электролита* является одной из основных операций по обработке ванны. В зависимости от типа электролизера для выполнения этой операции применяются те или иные машины.

Основная опасность при выполнении этих операций заключается в воздействии на человека высокой температуры, а также возможности ожогов в результате выброса электролита. Как показывает практика, в ходе этих операций происходят несчастные случаи из-за наезда машин на людей. Поэтому выполнять эти операции необходимо максимально внимательно и осторожно.

При съеме с поверхности электролита скопившейся пены необходимо пользоваться прогретым инструментом, а при оплескивании шумовкой боковой поверхности анода следует находиться сбоку от оплескиваемого места.

*Питание ванн сырьем* производится разными способами и с применением различных машин. При перевозке глинозема в машинах типа МРС или им подобных необходимо быть внимательным, чтобы не сбить людей, так как скорость машин достаточно высока; за 5 м. перед проездами, поворотами и обгона людей и транспорта необходимо подать звуковой сигнал.

Сырье на корку следует засыпать только при переднем ходе машины; движение задним ходом допускается только при разворотах, въезде и выезде из-под силоса или стоянки.

Свежий глинозем или другое сырье не следует загружать на открытую поверхность электролита, так как сырье может содержать влагу или быть холодным, что может привести к взрыву. Засыпать свежий глинозем необходимо на предварительно прикрытую поверхность старым глиноземом, опустив течку как можно ближе к корке во избежание пыления.

Питание ванн фторидами производится зачастую вручную по индивидуальному графику. В ходе этих операций следует помнить, что фториды могут содержать от 0,6 до 6,0 % влаги, и потому необходимо их надежно прогреть до подачи в расплав. Фториды следует засыпать на корку электролита и присыпать сверху глиноземом, что в значительной мере предотвращает возгонку и потери трифторида алюминия.

*Переплавка оборотного электролита и “козлов”.* Для поддержания оптимальных технологических параметров, а также для повышения технико-экономических показателей в ваннах переплавляют твердый алюминий в виде чушек или отходов линейного производства. Одной из распространенных операций является переплавка извинченных из демонтированной ванны бесформенных плит (козлов), содержащих алюминий и электролит. Извлеченные из подины после ее охлаждения водой “козлы” содержат влагу, и поэтому их переплавка требует соблюдения особых предосторожностей. Переплавка “козлов” осуществляется только со стороны среднего прохода корпуса и с применением специальной подставки, которая придает “козлу” наклонное положение. Подставка подвозится краном и устанавливается передними ногами на борт ванны. Затем подвозится “козел” и осторожно опускается на корку электролита для просушки и подогрева в течение смены. Далее мостовым краном “козел” осторожно опускается в расчищенный от корки электролит до его соприкосновения с подиной, прислоняется к подставке и надежно закрепляется на ней. После оплавления нижней части “козел” опускается ниже и вновь закрепляется на подставке. Электролизер, на котором плавится “козел”, должен быть огражден, и должны быть выставлены предупредительные плакаты.

Переплавка отходов литейного производства производится в ванне после их прогрева на борту ванны или на корке электролита. При переплавке отходов на ваннах с ОА целесообразно снять один анод.

*Чистка шинных каналов* может выполнятся только по письменному разрешению мастера смены и после проведения замеров напряжения между днищем, стенками и арматурой шинного канала и токоведущими шинами, результаты которых заносятся в специальный журнал. Чистку канала можно начинать при наличии напряжения не выше 36 В; в противном случае необходимо изолировать опасные места деревом, резиновыми ковриками и пр. Непосредственно чистку каналов ведет бригада в составе не менее двух человек, причем наиболее опытный электролизник назначается производителем работ - наблюдающим - и отвечает за соблюдение членами бригады мер безопасности. Необходимо помнить, что под слоем пыли может оказаться оголенная арматура. Запрещается чистить каналы на ваннах, которые могут дать течь расплава в шинный канал.

*Выливка металла из ванны* производится с помощью вакуум-ковша, в котором создается разрежение (450-600 мм ртутного столба) при его подключении к вакуум-линии или эжекторам. Количество выливаемого металла задается старшим мастером корпуса на основе замеров уровня металла в ванне. Выливка из ванн, расположенных в корпусе продольно, осуществляется со стороны среднего прохода корпуса, как правило, 1 раз в двое суток; на ваннах большой мощности при поперечном их расположении в корпусе вылива производится ежедневно в торце ванны.

Перед выливкой ванна отключается от АСУТП, измеряются уровни металла и электролита, и 5-10 мин. до выливки очищается летка для установки вакуум-носка, куски корки подтягиваются к борту, а с поверхности электролита тщательно снимается пена. Выливку металла выполняет выливщик, который проходит специальный инструктаж по правилам безопасности. Электролизник в процессе выливки следит за изменением напряжения и, опуская анод, поддерживает его на заданном уровне, не допуская увеличения более чем на 0,2 В. После окончания выливки летка закрывается глиноземом. При проведении этой операции никакие другие работы на ванне не выполняются, а посторонние лица удаляются от ванн.

**6. ГРАФИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ**

**6.1 Схема. Получения криолита флотацией угольной пены**

**Угольная пена**

**Дробление**

**Измельчение**

**Классификация**

**Пески Пульпа**

**Основная флотация**

**Концентрат Хвосты**

**Перечистная флотация Контрольная флотация**

**Концентрат Хвосты Промпродукт-2**

**Сгущение На шламовое поле**

**Фильтрация Промпродукт-1**

**Сушка**

**Флотационный криолит**

Рис.1 - Схема. Получения криолита флотацией угольной пены

**6.2 Схема. Механическая флотационная машина**

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |

Рис. 2. - Схема механической флотационной машины

1 - засасываемый воздух;

2 - минерализованная пена;

4 - мешалка - импеллер;

5 - сливное отверстие.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Борисоглевский Ю.В., Галевский Г.В., Кулагин Н.М., Минцис М.Я., Сиратзутдинов Г.А., «Металлургия алюминия». М.: Металлургия, 1999.
2. Беляев А.И. «Металлургия легких металлов», М.: Металлургия, 1978.
3. «Цветные металлы» журнал №5, 1996.
4. Багров Н.М., Трофимов Г.А., Адреев В.В. «Основы отраслевых технологий: учебное пособие» СПБ. Издательство СПбГУЭФ 2006.
5. Матюнин В.М. Карпман М.Г., Фетисов Г.П. Материаловедение и технология металлов, 2002.
6. Д. Парфенов «Обработка цветных металлов: борьба противоречий» - издание Аналитического центра «Национальная металлургия» 2004.
7. Уткин Н.В. «Цветная металлургия» - учебник для ВУЗов по специальности «Металлургия цветных металлов» Челябинск 1988.
8. Материалы международной конференции: «Металлургия лёгких металлов на рубеже веков. Современное состояние и стратегия развития», 3-6 сентября 2001.
9. По материалам семинара «РЕЦИКЛИНГ АЛЮМИНИЯ» опубл. В журнале «Металле снабжение и сбыт» №4, с.88 - 91.
10. В. Фёдоров. Вторичный алюминий важное сырьё XXI века! Журнал Вторичные ресурсы № 4-5, с.58-59
11. 13. Ю.П. Купряков. Шахтная плавка вторичного сырья цветных металлов, Москва. ЦНИИцветметэкономики и информации. 1995.