# Аннотация

В настоящем дипломном проекте разработан вопрос выщелачивания бокситов применительно к условиям ПАЗа. На основании данных практики и литературных источников выбраны режимные параметры. Определены условия получения бедных красных шламов по Al2O3 и чистых алюминатных растворов.

В Казахстане большие запасы боксита, но низкого качества с большим содержанием железа и кремния. Поэтому были разработаны более совершенные методы получения глинозема (схема Байерспекание).

Комплексность использования сырья, извлечение редких металлов понижает себестоимость основного продукта.

Экономические расчеты показали, что от указанных мероприятий может быть получен ориентировочный экономический эффект и рентабельность производства.

Введение

На Павлодарском алюминиевом заводе ПАЗ впервые в мировой практике решена важная технологическая проблема вовлечения в сферу крупномасштабного промышленного производства высококремнистых и высокожелезистых бокситов Казахстана.

Разработка и промышленное освоение с высокими технико-экономическими показателями на ПАЗе последовательной технологической схемы Байерспекание для руды, которая за рубежом классифицируется не как бокситы, а как боситоподобные глины, оказались возможными благодаря радикальному изменению химико-технологических основ производства, применению и совершенствованию новых технологических процессов и высокопроизводительных аппаратов, ранее не применявшихся в глиноземной промышленности.

# I. Общая пояснительная записка

## 1.1 Краткая характеристика предприятия

Павлодарский алюминиевый завод расположен в г. Павлодаре Республики Казахстан восточнее жилых районов города. Завод граничит южной стороной с территорией ТЭЦ1 и городскими землями, северной с железнодорожной станцией.

С южной и восточной стороны территория завода ограничена полосой отвода подъездного железнодорожного пути ТЭЦ, с западной стороны – городскими землями.

Железнодорожная связь завода с общей сетью железнодорожных дорог осуществляется примыканием подъездного железнодорожного пути завода к станции МПС «Южная», расположенной на расстоянии 1,1 км от северной границы завода.

С городом завод связан автомобильной дорогой и трамвайной линией.

Завод запроектирован на принципах широкого кооперирования в строительстве и эксплуатации объектов общегородского хозяйства района города Павлодара, в части строительных баз, водоснабжения, канализации, железнодорожного и автомобильного транспорта, тепловых и электрических сетей, общегородских объектов культурнобытового и коммунального назначения.

Производительность предприятия 1000000 т глинозема в год. Также есть возможность увеличить производство.

## 

## 1.2. Сырьевая база, номенклатура, качество и технологический уровень продукции

Глинозем встречается в природе в небольших количествах в виде минерала корунд. Существует несколько разновидностей глинозема, которые имеют одну и ту же формулу, но разное структурное строение и свойства. Наиболее распространенные и часто встречающиеся:



Технические требования на глинозем представлены в табл. 1.

Сырьем для завода являются Тургайские бокситы. Бокситы представляют собой горную породу, состоящую в основном из гидроксида алюминия, оксида железа, оксида минеральных компонентов. Боксит получил своей название от французского города, где впервые он был обнаружен [1].

Основные составляющие бокситов – гиббсит (гидраргилит), бемит и диаспор. Кроме того в бокситах содержатся минералы железа (гематит, гидрогематит, сидерит); кремнезем в виде кварца, гидролсида (опал и др.). В меньших количествах в бокситах содержится карбонаты кальция и магния, а также примеси органических веществ.

В зависимости от содержания и Al2O3 и кремневого модуля бокситы Аятского и др. месторождений, расположенных в северной и северозападной частях республики, являются сырьевой базой Павлодарского алюминиевого завода. Бокситы Казахстана являются низкосортными, отличаются повышенным содержанием вредных примесей: кремнезема, карбонатов, органических соединений, содержащих вредные вещества, хлор, которые осложняют работу основных технологических переделов и вызывают повышенный расход энергии, трудозатрат и капитальных вложений. Рациональное их использование требует изыскания и реализацию нетрадиционных решений [2].

Поэтому разработке теоретических основ и технологии переработки низкокачественного глиноземсодержащего сырья Казахстана и была посвящена моя дипломная работа.

В зависимости от содержания Al2O3 и кремневого модуля бокситы подразделяют на марки и сорта, приведенные в таблицу 2.

Таблица 1 – Технические требования на глинозем ГОСТ 305898

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Марка | Содержание примесей, не более: % | | | | | | ППП |
| SiO2 | Fe2O3 | TiO2+V2O5  Cr2O5+MnO | ZnO | P2O5 | Na2O +  + K2O |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| Г000 | 0,02 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,001 | 0,3 | 0,6 |
| Г00 | 0,02 | 0,03 | 0,01 | 0,01 | 0,002 | 0,4 | 1,2 |
| ГО | 0,03 | 0,05 | 0,02 | 0,02 | 0,002 | 0,5 | 1,2 |
| Г1 | 0,05 | 0,04\* | 0,02 | 0,03 | 0,002 | 0,4 | 1,2 |
| Г2 | 0,08 | 0,05 | 0,02 | 0,03 | 0,002 | 0,5 | 1,2 |

\* допускается до 0,05

Таблица 2 – Стандарт на боксит ГОСТ 97274

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Марка | Сорт | Содерж. Al2O3, % | Кремневый модуль | Область использования |
|  |  |  |  |  |
| Б00 |  | 50 | 12,0 | Глинозем, электрокорунд |
| Б0 |  | 50 | 10 | Глинозем, электрокорунд |
| Б1 |  | 48 | 8 | Глинозем, электрокорунд |
| Б2 |  | 43 | 6 | Глинозем, электрокорунд |
| Б3 | 1 | 45 | 5 | Глинозем |
|  | 2 | 35 | 5 | Глинозем |
| Б4 | 1 | 43 | 3,9 | Глинозем |
|  | 2 | 42 | 3,0 | Глинозем |
|  | 3 | 40 | 3,0 | Глинозем |
| Б5 |  | 48 | 2,6 | Глинозем, огнеупоры |
| Б6 | 1 | 45 | 2,0 | Глинозем, огнеупоры |
|  | 2 | 37 | 2,0 | Мартеновское производ. |

## 1.3 Численность и профессионально-квалификационный состав работающих

Общее количество рабочих 183 человека. Из них 119 основных рабочих, которые заняты на основном производстве, 19 вспомогательных. Инженерно-технических работников 45, один начальник цеха, 5 начальников участков, 7 старших мастеров, 5 мастеров механиков, 5 мастеров электриков и 20 мастеров смен.

Здесь еще не учитывается врачебный персонал, пожарная охрана, повара, душевички и охрана завода.

## 1.4 Потребность в энергоресурсах

Система электроснабжения завода выполнена в соответствии с проектом. Электроснабжение производится от Павлодарской ТЭЦ1 и от системы «Павлодарэнерго» Минэнерго.

Общая установленная мощность трансформаторов 370 тыс. кВт. Электроснабжение осуществляется:

Электроснабжение осуществляется:

1. двумя линиями 110 кВт. ЛЭП145 и ЛЭП146 и одной резервной ЛЭП106. ЛЭП145, 146 заходят с подстанции «Павлодарская», а ЛЭП106 является отпайкой от линии ТЭЦ2;
2. двумя открытыми шинопроводами по 10 кВт от ТЭЦ1. На главной понизительной станции ГПС2 установлены два рабочих трансформатора по 80 МВт и один резервный по 70 МВт.

Потребность в энергоресурсах электроэнергии 295,56. 106 кВт.ч. Пар 3,45. 106 Гкал. Вода свежая 3,19. 106 м3. Воздух 960. 106 м3.

## 1.5 Комплексность использования сырья

В настоящее время на отечественных и зарубежных глиноземных заводах, перерабатывающих бокситы, помимо основного продукта – глинозема, извлекают из сырья также редкие металлы – галлий и ванадий. Кроме того бокситы содержат значительные количества железа, кремния, титана и малые количества таких редких металлов, как скандий, германий и др. Следовательно, бокситы являются ценным сырьем.

За последние годы в разных странах проведено много научно-исследовательских работ, направленных на комплексное извлечение, исключающих отходы производства. Эти исследования касаются извлечения из алюминатных растворов галлия и ванадия и переработки красных шламов (отходов существующего производства) на глинозем, щелочь, чугун, цемент и другие строительные материалы [1].

# 

# 2. Генеральный план и транспорт

## 2.1 Краткая характеристика площадки строительства

Основными факторами, определяющими месторасположение глиноземных производств, является близость к сырьевой и топливной базам, к источникам снабжения, возможность обеспечения значительным количеством воды, а также близость к алюминиевым заводам.

Город Павлодар является административным центром одной области, расположен на правом берегу Иртыша. И находится на железнодорожной магистрали.

Основными факторами, благоприятствующих для размещения здесь глиноземного завода, являются:

* близость месторождения;
* близость топливной базы;
* возможность обеспечения водой практически в неограниченном количестве из реки Иртыш.

## 2.2 Характеристика рельефа местности

Под строительство здания по производству глинозема отводится площадка, расположенная на территории Павлодарского алюминиевого завода.

Грунты, слагающие площадку, относятся к первой категории просадочной толщи. Здание цеха одноэтажное, железобетонное.

Площадь застройки – 5024 м2

сейсмичность района – 4 балла

ветровой напор – 50 кг/м2.

Основанием фундамента приняты суглинистые отложения, расположенные на глубине 2,8; 3,0 метров от поверхности земли. Уровень грунтовых вод 12,0 и не является агрессивной средой для фундамента зданий.

Район расположения завода относится у суровым, зимой до

40о С, а летом +40о С, климатическими условиями.

Глубина промерзания зданий 2,02,5 м. Капитальные затраты на строительство зданий составляют значительную часть расходов.

## 2.3 Состав генерального плана, перечень всех зданий и сооружений, их площадей

Цех выщелачивания находится в самом центре завода. Это связано с тем, что он является основным звеном в процессе Байера. Пульпа поступает с мокрого размола. Продукты выщелачивания, алюминатный раствор направляется на декомпозицию, красный шлам на спекание (доизвлечение алюминия). Оборотный раствор, который участвует в процессе выщелачивания, поступает с выпарки. Как мы видим, основные потоки проходят через этот цех.

Все участки соединены галереями, по ним проходят все трубопроводы. Все оборудование находится под одним зданием. Вокруг него проходит асфальтированная дорога. И рядом проходит главная дорога завода. Также предусмотрено место для строительства нового оборудования, в случае увеличения производства.

Также у цеха есть складские помещения, там хранится ржаная мука (коагулянт) и макулатура (целлюлоза), как фильтрирующий слой в контрольной фильтрации.

## 

## 2.4 Основные планировочные решения

Завод находится в восточной зоне города. И находится за границей города на расстоянии 5 км. В стороне основных ветров. Поэтому большинство вредных примесей не попадает в город, а уносится за его пределы.

Вокруг завода на расстоянии 1 км посажены зеленые насаждения. И эта зона не подлежит застройке жилым массивом. Вокруг цехов есть газоны с зелеными насаждениями. Проходит постоянное орошение дорог водой. И вся грязь смывается в канализацию. Идет постоянный контроль за экологическим состоянием промышленной зоны. Постоянное обновление старых и засохших насаждений.

Гидрометаллургическое производство алюминия – одно из самых экономически чистых производств. И это является основным достоинством предприятия.

## 2.5 Транспорт внутризаводской и внешний

Внутри завода проходит асфальтированная дорога. По ней проходят основные сообщения между цехами и по ним доставляется нужное оборудование и продукты, сырье, участвующее в процессе производства.

Также к заводу подходит железная дорога, по ней доставляется часть сырья, оборудования, материалы для ремонта. Еще завод сообщен с автомагистралью, судовым сообщением, по ним тоже могут перевозиться грузы и сырье.

# 

# 3. Технологические решения, обеспечение энергоресурсами

## 3.1 Сырьевая база, характеристика сырья

Бокситы – это горная порода, содержащаяся оксид алюминия, кремний, оксиды железа и другие металлы.

Среди стран мира Казахстан по запасам занимает 15 место. Месторождения бокситов, учитываемые Госбалансом запасов в Северном Казахстане, сосредоточены в трех основных бокситовых районах: ЗападноТургайском, ЦентральноТургайском и ВосточноТургайском, запасы составляют соответственно 88,3; 45 и 7,2 % от разведанных запасов по региону.

ВосточноТургайский бокситовый район расположен в Тургайской области. В районе учитывается балансом 6 месторождений бокситов: Аркалыкское, Северное, НижнеАшутское, ВерхнеАшутское, Уштобинское и Актасское. В рудах месторождений за исключением Актасского, учитываются также запасы галлия и огнеупорных глин.

ЗападноТургайский район включает в себя месторождения: Аятское, Краснооктябрьское, Белинское, Зимнее, ВосточноАятское, Таунсорское, Карабайтальское, Клубное, ВосточноКозыревское, Варваринское, Покровское, СевероЛиванское; ЦентральноТургайский район: Приозерное, Кушмурунское, ЗападноУбаганское и разведываемое Коктальское.

Все отрабатываемые месторождения ЗападноТургайского бокситоносного района имеют сходное геологическое строение: продуктивная толщина – бокситы каменистые, глинистые, рыхлые. Пестроцветные глины заполняют эрозионнокарстовые впадины в палеозойском фундаменте пород, перекрытых чехлом песчаноглинистых отложений. Мощность покровных месторождений 560 метров, мощность рудных тел 2,5100 м. Все комплексы пород обводнены. Покров и продуктивная толща содержат безнапорные и слабонапорные воды, известняки содержат напорные воды. Все месторождения отрабатываются открытым способом.

Бокситы даже в пределах одного месторождения характеризуются значительным разнообразием химического и минералогического состава.

Оксид алюминия входит в состав минералов диаспора, бемита, гидраргилита, корунда. Часто эти минералы свободного глинозема генетически тесно связаны с каолинитом и галлуазитом и через них – с группой гидрослюд и другими алюмосиликатами. Основными железосодержащими минералами бокситов являются гематит, гетит, гидрогематит и гидрогетит. Кроме них могут присутствовать в незначительных количествах магнетит, сидерит и др. Минерологический двуоксид титана в бокситах представлен в виде рутила и, отчасти, анатаза, брукита и др. В состав бокситов входят также минералосодержащие кальций, магний, фосфор и сера.

Наибольший интерес представлен Краснооктябрьским месторождением бокситов, расположенным в центральной части ЗападноТургайского района. По литологическим особенностям и возрасту бокситоносные осадки месторождения разделяют на два горизонта: нижний подрудный и верхний рудный.

Подрудный горизонт представлен пестроцветными (красноватокоричневыми, бурыми, желтым, иногда серыми) глинами часто с оболочной структурой. Краснооктябрьское месторождение представлено двумя рудными полями: Северным (15 залежей бокситов) и Южным (9 залежей бокситов). Рудные тела и залежи бокситов обладают изменчивым химическим и литологическим составом бокситовых руд. Среди литологических разновидностей месторождений выделяются каменистые (35 %, рыхлые (57 %) и глинистые (8 %). Основными породообразующими минералами бокситов являются гиббсит, гидрогематит и каолинит.

Аятское месторождение бокситов расположение в северной части ЗападноТургайского района, в котором находится около 10 рудных участков. Бокситовые залежи сложены тремя литологическими разновидностями, среди которых выделятся: каменистые (49,1 %), рыхлые (15,5 %), глинистые (33,3 %), а также аллиты (2,2 %). По минералогическому составу бокситы Аятского месторождения относятся к гиббситовому типу. Породообразующими минералами бокситов являются гиббсит, каолинит, гетит, гематит, минералы, титана, сидерит.

Белинское месторождение расположено в северной части ЗападноТургайского бокситового района.

Рудный горизонт образован глинистыми, рыхлыми, каменистыми бокситами, аллитами и бокситовыми глинами. Бокситовые запасы месторождения сгруппированы в четыре обособленны участка: Южный, Северный, Западный и Карасорский. Бокситы представлены каменистыми (30,2 %), рыхлыми (30,42 %) и глинистыми (36,5 %) литологическими разновидностями. По минералогическому составу бокситы относятся к трехгидратному (гиббситовому) типу. Основными породообразующими являются гиббсит, каолинит, гематит и гидрогематит. В небольших количествах присутствует корунд, кварц, кальцит, сидерит и рутил.

Бокситы Краснооктябрьского, Аятского и Белинского месторождений относятся к Краснооктябрьскому рудоуправлению и отличаются от широко известных тургайских (запасы которых практически исчерпаны) по химическому и вещественному составу, поэтому особенно важно всесторонне их изучение в связи с промышленным использованием.

В таблице 3 приведен химический состав литологических разновидностей бокситов с указанием месторождения.

Таблица 3 – Состав литологических разновидностей бокситов

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Разновидности  бокситов | Химический состав боксита, % | | | |
| Al2O3 | SiO2 | Fe2O3 | Ms1 |
| Аятский |  |  |  |  |
| глинистый | 39,5 | 13,6 | 24,6 | 2,13 |
| рыхлый | 36,7 | 15,2 | 25,2 | 2,41 |
| каменистый | 55,3 | 5,2 | 5,6 | 10,63 |
| Белинский |  |  |  |  |
| глинистый | 40,1 | 8,7 | 22,8 | 4,61 |
| рыхлый | 43,1 | 4,7 | 23,5 | 9,17 |
| каменистый | 43,1 | 3,4 | 22,8 | 12,67 |
| Краснооктябрьский |  |  |  |  |
| глинистый | 41,1 | 4,4 | 21,5 | 9,34 |
| рыхлый | 41,9 | 10,2 | 14,4 | 4,11 |
| каменистый | 48,9 | 3,2 | 14,4 | 15,28 |

Из таблицы следует, что бокситы имеют различный химический состав. Содержание глинозема колеблется в пределах 39,555,3 %, а SiO2 – 3,213,6 %. В широком диапазоне изменяется содержание железа от 5,6 до 24,6 %, присутствуют органические вещества.

По данным кристаллооптического анализа проба представлена тонкодисперсным агрегатированным материалом, пропитанным тонко распыленными минералами железа. Гиббсит присутствует в тонкозернистом состоянии в виде зерен неправильной формы размерами до 20 мкм с показателями преломления Nq – 1,591; Np – 1,570. Гиббсит тесно связан с каолинитом, который присутствует в скрыто кристаллической и аморфной форме с показателями преломления Nq – 1,560; Np – 1,553. Кроме того, отмечается гематит в составе небольших агрегатированных скоплений и отдельных бесцветных кристаллов неправильной формы размерами 810 мкм. Бесцветные кристаллы кварца имеют неправильную форму размерами 1520 мкм, отмечаются единичные зерна анатаза.

Таким образом, вещественный состав представлен в основном минералами гиббсит, каолинит, сидерит, гематит, гетит [2].

## 3.2 Режим работы цеха

Организация предприятия зависит от характера производственных процессов, составляющих совокупность взаимосвязанных трудовых и естественных процессов, преобразующих сырье, материалы, полуфабрикаты в готовую продукцию.

Для металлургических предприятий цветной металлургии характерны непрерывно протекающие механические и химические изменения предметов, многоступенчатые процессы производства. В цветной металлургии самый большой из всех других отраслей расход сырья и материалов на единицу продукции.

Для производственных процессов в цветной металлургии характерны крупные агрегаты, требующие коллективного обслуживания, строгой согласованности в ходе протекания технологических процессов и неукоснительного соблюдения регламентированных режимов.

Рациональные формы организации производственных процессов должны исходить из характера принятой технологии. По характеру протекания производственных процессов во времени различают периодические и непрерывные.

Непрерывные процессы протекают без остановки оборудования для загрузки сырья и материалов и выгрузки продукции, которые осуществляются одновременно с основными изменениями предмета труда. Загрузка и выгрузка материалов осуществляется непрерывно или через определенные интервалы времени [3].

Режим работы в цехе непрерывный. Установлен 8часовой рабочий график. График выходов трехсменный. Число рабочих бригад, обслуживающих в течение суток данное производство, три смены. Одна бригада находится на отдыхе. Цикл графика через 12 дней.

## 

## 3.3 Анализ научно-исследовательских работ

До недавнего времени при переработке низкокачественных бокситов Казахстана на глинозем основные проблемы были обусловлены высоким содержанием в них оксидов кремния и железа. Для снижения содержания этих компонентов предложены различные варианты обогащения бокситов, сведения о которых обобщены в работах [4].

В этих работах исследователями решались две основные задачи: удаление кремнийсодержащих и тяжелых магнитных минералов.

Эффективность тех или иных способов обогащения во многом зависит от структурных и минералогических особенностей бокситов. В отдельных случаях наиболее эффективными оказались химические, радиометрические, электростатические методы обогащения некондиционных бокситов. Однако, как правило, использование гравитационных, флотационных, магнитных и других методов обогащения позволяет решить вполне определенную задачу применительно к одному, редко к нескольким видам сырья.

В связи с тем, что не представляется возможным анализ всех известных методов обогащения, остановимся на некоторых интересующих нас исследованиях.

Проведены исследования по обогащению бокситов Краснооктябрьского месторождения трех литологических разновидностей: каменистой, рыхлой и глинистой. Изучение обогатимости проводилось в двух направлениях:

* получение бокситовых концентратов, пригодных для переработки по способу Байера;
* промывка исходного боксита с получением шламов с влажностью не более 60: (после фильтрации), пригодных к последующей переработке по способу спекания.

Технологическая схема обогащения предусматривала дробление до 2550 мм и отделения рыхлой фракции 5,0 мм. Плотную часть боксита подвергали стадийному дроблению и грохочению с получением материала крупностью 5,0 мм. Оба продукта классифицировали: плотный по зерну 0,4 мм и рыхлый 0,2 мм.

После этого крупные фракции совместно измельчали до 0,2 мм и подвергали магнитной сепарации, а шламовые продукты флотировали. Таким образом, объединенный бокситовый концентрат содержал, %: Al2O3 49,42; Fe2O3 16,21; SiO2 5,42; СО2 0,45; Msi 9,1 [5].

Авторами работы [6] предложены методы обогащения Аятского месторождения с применением фотометрической и радиометрической сепарацией. Использование этих методов позволяет выделить из фракции +10 мм 5060 % обогащенного боксита с кремневым модулем больше 10 единиц.

Термические способы кондиционирования бокситов, по сравнению с рассмотренными, отличаются большей универсальностью. Обжиг, благодаря удалению технически вредных примесей и влаги, позволяет снизить транспортные расходы, а также уменьшить эксплуатационные расходы и улучшить техникоэкономические показатели последующих переделов.

В работе [7] с целью удаления карбонатов обжиг предлагается осуществлять в печах кипящего слоя. Температура разложения пририоных карбонатов зависит от минерального состава (сидерит, кальцит, доломит) и от дисперсности. В результате обжига степень разложения карбонатов составила 55 %, а извлечение глинозема из обожженного боксита находилось на уровне 7072 %.

В условиях Павлодарского алюминиевого завода при переработке высокожелезистых бокситов возникла проблема в процессе спекания красных шламов, обогащенных оксидами железа.

Как известно, в процессе Байера минералы железа являются балластным компонентом, увеличивающим выход красного шлама. Высокое содержание соединений железа в красном шламе приводит к осложнениям процесса спекания шламовой шихты. Поэтому проблеме вывода соединений железа из бокситов посвящены работы многих исследователей, предлагающих сочетание термических, химических и магнитных процессов.

В работе [8] с целью очистки алюминиевых руд от соединений железа предлагается восстановительносульфидизирующий обжиг с последующим хлорированием и возгонкой хлорного железа.

Предлагается удалять оксиды железа из предварительного обогащенного боксита обработкой соляной кислотой. При этом удаляется до 91 % железа.

Таким образом, традиционные и специальные способы обогащения позволяют получить из низкокачественного сырья концентрат с высоким содержанием полезного компонента. Но в большинстве случаев исследования не вышли за рамки опытных работ, а предлагаемые схемы сложны в аппаратурном и технологическом оформлении.

Отсутствие достаточно эффективного способа переработки высококарбонатных бокситов показывает необходимость дальнейших исследований по разработке способа получения глинозема из такого вида сырья. Решение данного вопроса позволит расширить сырьевую базу глиноземного производства [2].

## 3.4 Анализ работы действующего предприятия

Выбор способа переработки бокситов определяется следующими основными факторами:

1. кремневым модулем;
2. содержанием глинозема;
3. содержанием вредных примесей, карбидов, сульфидов, органических веществ;
4. минералогическим составом сырья.

Изза повышенного содержания этих примесей в бокситах казахстанских месторождений, которые за рубежом классифицируются не как бокситы, а как бокситоподобные глины, применение способа Байера для их переработки было бы невыгодным изза больших потерь каустической щелочи, плохого отстаивания красного шлама и загрязнения алюминатного раствора двух валентным железом. Способ прямого спекания также был нерентабелен вследствие больших капитальных вложений, высоких затрат труда и низких техникоэкономических показателей.

В связи с этим возникла необходимость разработки способа рационального использования бокситов казахстанских месторождений [9].

Для переработки этого сырья предлагались комбинированный способ Байера – гидрохимия – и последовательный способ Байера – спекание.

Принята для реализации последовательная технологическая схема Байерспекание в силу большей степени отработанности. При этом были усовершенствованы как ветвь Байера, которая не могла остаться в традиционном исполнении изза специфики сырья, так и передел спекания красного шлама, промышленная реализация которого была осуществлена впервые [1].

Создание и промышленное освоение на Павлодарском алюминиевом заводе (ПАЗе) новой высокоэффективной аппаратурнотехнологической схемы получения глинозема из низкокачественных бокситов является крупным достижением нашей алюминиевой промышленности.

Ввиду нестабильности химического и минералогического состава казахстанского бокситового сырья требуется постоянное совершенствование технологии его переработки как на гидрохимическом переделе, так и на переделе спекания красного шлама [2].

## 3.5 Выбор и обоснование технологической схемы

Из различных алюминиевых руд глинозем можно получать щелочными и кислотными способами вследствие наличия у него амфотерных свойств. В промышленности применяются пока щелочные способы; чисто кислотные и кислотнощелочные способы находятся в стадии лабораторных и полузаводских исследований.

Промышленные щелочные способы производства глинозема из бокситов подразделяются на:

1. гидрохимический (способ Байера);
2. способ спекания;
3. комбинированный способ – сочетание способа Байера со способом спекания в параллельном или последовательном вариантах.

Выбор же способа переработки бокситов определяется следующими основными факторами:

1. кремневым модулем;
2. содержанием Fe2O3;
3. содержанием вредных примесей: карбонатов, сульфидов и органических веществ;
4. минералогическим составом сырья.

При прочих благоприятных условиях бокситы с кремневым модулем >67 целесообразно перерабатывать по способу Байера, бокситы с кремневым модулем <6 и с умеренным содержанием окиси железа (не более 20 %) – по последовательному варианту комбинированного способа Байерспекание и, наконец, боксит с модулем <6, но с повышенным содержанием Fe2O3 – по способу спекания. Под благоприятными условиями имеется в виду малое содержание в бокситах карбонатов и сульфидов (особенно FeСО3 и FeS2). Изза повышенного содержания этих примесей может оказаться невыгодным способ Байера для бокситов с кремневым модулем >67 вследствие больших потерь каустической щелочи (переход ее в соду и сульфат натрия), плохого отстаивания красного шлама и загрязнения алюминатных растворов двухвалентным железом [9]. (См. рис. 1).

Способ Байера самый дешевый и самый распространенный, однако для его существования требуются высококачественные бокситы. Способ спекания – наиболее дорогой, но более универсальный и может применяться к любому высококремнистому алюминиевому сырью. В последние годы с большим успехом применяются комбинированные щелочные способы. Параллельный вариант используют для термической каустификации соды и компенсации потерь дорогой каустической щелочи более дешевой содой; для спекательной ветви этого варианта может применяться как высококачественный байеровский боксит, так и спекательный. Последовательный вариант комбинированного способа по техникоэкономическим показателям занимает промежуточное положение между способом Байера и способом спекания и применяется для высококремнистых бокситов для максимального извлечения из них глинозема.

## 3.6 Описание основных технологических процессов

Способ Байера и способ спекания имеют определенные недостатки, это – ограниченность применения, высокий расход дорогостоящей каустической щелочи и пара (способ Байера), большие материальные потоки, высокий расход топлива (способ спекания) [1].

По схеме последовательного варианта богатый Al2O3 и Na2O красный шлам после безавтоклавного выщелачивания бокситов спекают в смеси с содой и известняком. Обескремненный алюминатный раствор от выщелачивания спека смешивают с разбавленным раствором процесса Байера для совместного разложения.

Рыжую соду от упарки маточного раствора смешивают со шламом перед спеканием. При переработке красного шлама спеканием состав шихты должен быть таким, чтобы получить в спеке алюминат натрия, двухкальциевый силикат и феррит натрия (кальция). Связывание окиси железа только в феррит натрия или в ферриты кальция зависит от содержания Fe2O3 в боксите. В этом процессе окись железа является каустифицирующим реагентом.

Если Fe2O3 в боксите (шламе) много, то часть Fe2O3 связывается в моно или двухкальциевые ферриты, на что дозируют соответствующее количество известняка. В этом заключается принципиальная особенность спекания красных шламов по сравнению со спеканием бокситов [9].

Последовательный вариант пригоден для переработки высококремнистых бокситов и имеет следующие достоинства:

1. потери каустической щелочи возмещаются эквивалентным количеством соды;
2. высокое суммарное извлечение глинозема из сырья;
3. меньший поток шихты на спекание, чем при способе спекания боксита, так как большая часть глинозема из сырья извлекается в ветви Байера.

Вместе с тем этот вариант характеризуется большими капитальными затратами на 1 т глинозема и может применяться только для бокситов с умеренным содержанием Fe2O3, так как высокое содержание окиси железа в красном шламе затрудняет и даже может сделать невозможным спекание шлама изза легкоплавкости такой шихты [1].

### 3.6.1 Выщелачивание бокситов

Боксит перед выщелачиванием подвергают крупному дроблению на руднике и затем усредняют, среднему и мелкому дроблению и мокрому помолу – на металлургическом заводе. Твердый боксит дробят на заводе в дветри стадии, а рыхлый – в однудве стадии.

Выщелачивание боксита должно осуществляться в условиях максимального извлечения окиси алюминия в раствор при минимальных затратах. На скорость и степень выщелачивания бокситов оказывают влияние следующие основные факторы: температура, концентрация щелочи и каустический модуль оборотного раствора, крупность измельченного боксита, скорость перемешивания пульпы.

Основным фактором, влияющим на этот процесс, является температура. Вскрытие гиббситовых бокситов с приемлемой для практики скоростью осуществляется в настоящее время при 95100о С.

Легковскрываемые гиббситовые бокситы измельчают перед выщелачиванием до крупности менее 0,20,5 мм (иногда до – 1 мм); трудновскрываемые измельчают до зерен менее 0,070,08 мм.

Процесс выщелачивания в зависимости от условий протекает в кинетическом и диффузионных областях [1].

Выщелачивание – это процесс извлечения Al из боксита раствором щелочи с получением алюминатного раствора. Основная реакция выщелачивания получение алюминатного раствора.

Al(OH)3 + NaOH ––– NaAl(OH)4

Основная примесь Fe. Соединение Fe, содержащееся в боксите, не взаимодействует с раствором щелочи и остается в твердом виде. Однако с повышением содержания железа в бокситах увеличивается количество воды, подаваемой на промывку красного шлама, что ведет к дополнительным потерям щелочи.

Соединения Si, содержащиеся в боксите, взаимодействуют с раствором щелочи с образованием силиката натрия.

SiO2 +2NaOH ––– Na2SiO3 + H2O

В результате этой реакции кремний переходит из боксита в раствор загрязняя его. Образующийся силикат натрия взаимодействует с алюминатным раствором с образованием мало растворимого соединения гидроалюмосиликата натрия:

2NaAl(OH)4 +2Na2SiO3 ––– Na2O + Al2O3 +

+ 2SiO2 + 4 NaOH

Эта реакция называется обескремниванием раствора. В результате этой реакции происходит очистка раствора от кремния, но в то же время теряется глинозем и щелочь.

Карбонаты Са и Mg взаимодействуют с раствором щелочи с образованием кальцинированной соды.

СаСО3 +2NaOH ––– Na2CO3 + Ca(OH)2

MgCO3 +2NaOH ––– Mg(OH)2 + Na2CO3

Соединения Ti, содержащиеся в боксите, взаимодействуют с раствором щелочи с образованием метатитаната натрия.

TiO2 + NaOH ––– NaHTiO3

В бокситах содержится незначительное количество ценных металлов – галлия и ванадия. В бокситах галлий содержится в виде одноводного оксида. При взаимодействии с раствором щелочи образуется в растворе галлат натрия.

При разложении алюминатного раствора галлат натрия не разлагается, он накапливается в маточных и оборотных растворах. Эти растворы используются ХМЦ (химикометаллургическим цехом) для получения из них галлия.

GaOOH + NaOH + H2O ––– NaGa(OH)4

При производстве глинозема по способу Байера алюминатнощелочной раствор проходит следующие основные переделы: выщелачивание, разбавление, декомпозицию и выпарку. На каждом переделе у алюминатных растворов изменяется температура, концентрация и иногда каустическое отношение, что существенно влияет на насыщенность их глиноземом и на стойкость. Умелое управление насыщением алюминатных растворов – важнейшее условие успешного ведения процесса производства глинозема [1].

Линия выщелачивания или изменение состава раствора изобразится прямой АВ (см. рис. 3).

Линия разбавления: пульпа после выщелачивания проходит через точки ВД. И она охлаждается до 95о С и разбавляется 1й промывной водой – от промывки красного шлама. Стойкость алюминатного раствора от этого уменьшается, так что возможно выделение из него Al(OH)3 вследствие гидролиза. Линия разбавления является и линией постоянных каустических отношений.

Na2O – Al2O3 – H2O

Линия разложения. На практике растворы обычно разлагаются до каустического отношения – 3,3, после чего маточный раствор направляют на выпарку. Следовательно, состав заводских маточных растворов находится на линии ДС. Раствор остается все время перенасыщенным по отношению к равновесной концентрации Al2O3 при 30о С, причем степень пересыщения тем больше, чем выше конечная температура разложения.

Линия выпарки. Для построения этой линии важно, что при выпаривании изменяется только концентрация растворов, а каустическое отношение остается постоянным. После добавления свежей щелочи для возмещения ее потерь состав раствора будет соответствовать точке А [9].

### 3.6.2 Обескремнивание алюминатного раствора

Условия выщелачивания боксита должны обеспечивать не только максимальное извлечение окиси алюминия из сырья в алюминатный раствор, но и необходимую степень его обескремнивания, чтобы получить в дальнейшем хорошего качества гидроокись алюминия.

При выщелачивании боксита кремнезем переходит в раствор в виде силиката натрия, а затем осаждается в форме гидроалюмосиликата натрия.

Кривые изменения содержания Al2O3 и SiO2 в растворе (см. рис. 4) совсем не похожи одна на другую.

Кривая для Al2O3 сначала круто поднимается, поскольку глинозема больше всего растворяется за первый час варки, а через 23 ч его содержание в растворе становится почти постоянным. Содержание SiO2 за первый час варки нарастает еще резче, чем Al2O3, но до некоторого максимума, а затем почти также быстро убывает, после чего кривая медленно приближается к горизонтали.

По достижении некоторой предельной метастабильной концентрации SiO2 обескремнивание раствора идет значительно быстрее растворения кремнезема, а к концу выщелачивания в растворе кремневый модуль (Si)увеличивается до 100150, оставаясь в 1,52 раза меньше, чем допустимо для декомпозиции. При разбавлении пульпы растворимость алюмосиликата уменьшается и Si повышается до 200250 [1].



### 3.6.3 Отделение и промывка красного шлама

Пульпа после выщелачивания бокситов разбавляется первой промводой от промывки красного шлама до концентрации Al2O3 120150 г/л. Разбавление необходимо для завершения обескремнивания алюминатного раствора и снижения вязкости раствора до величин, обеспечивающих отделение красного шлама с приемлимыми для практики скоростями.

При переработке бокситов по последовательному способу Байерспекания красный шлам сначала фильтруют, а затем направляют на спекание.

Скорость осаждения и фильтрации зависит в основном от вязкости жидкой фазы (т.е. от температуры и концентрации) и от кристаллической структуры шлама. Как правило, скорость возрастает с повышением содержания окислов железа и снижается при увеличении содержания ГСН в шламе. Поэтому в большинстве случаев бокситы с большим кремневым модулем образуют после выщелачивания красные шламы с лучшими седиментационными свойствами.

При прочих равных условиях гиббситовые и гиббситбемитовые бокситы дают более тонкое и лучше откристаллизованные шламы (особенно частицы ГСН). При медленном их отстаивании значительно снижается производительность передела, увеличивается число промывок и объем промывочной воды, а также теряется больше глинозема и щелочи с отвальным шламом.

Тонкие частицы красного шлама практически не оседают без предварительной их агрегации (флокуляции с образованием хлопьев). Для этого применяют флокулянты: в основном ржаную муку.

Очень сильно снижается скорость отстаивания (фильтрации) в присутствии в бокситах перита, сидерита и некоторых органических веществ. При повышенном их содержании шламы зависают и практически не отстаиваются. В таких случаях целесообразно применять предварительный обжиг боксита.

Для снижения вязкости раствора и исключения гидролиза алюмината натрия процесс отделения и промывки красных шламов ведут при температуре не ниже 95о С. Если каустический модуль алюминатного раствора недостаточен, то во избежание гидролиза закрепляют оборотным раствором с повышенным ак.

Алюминатный раствор после отделения от красного шлама содержит 0,11,0 г/л твердой взвеси самых тонких фракций шлама. Такой раствор перед разложением подвергают контрольной фильтрации на фильтрах ЛВАЖ [9].

## 3.7 Расчеты технологического процесса

### 3.7.1 Подготовка исходных материалов для переработки их в продукции с характеристикой их качества

Исходные данные

1. Минералогический состав боксита:

гиббсит 55 % (Al2O3 x 3H2O)

каолит 22,1 % (Al4 [Si4O10] (OH)2)

гематит 8,2 % (Fe2O3)

гетит 3,1 % (FeO(OH)

кварц 3,1 % (SiO2)

сидерит 3,0 % (Fe[CO3])

прочие 5,5 %

2) Химический состав сухого боксита, %: Al2O3 44,7; Fe2O3 14,0; SiO2 12,1; СаО 1; СО2 1,72; SO3 0,9; прочие 2,58; П.П.П. 23. Влажность боксита 20,6. Кремневый модуль 3,69.

3) Состав алюминатного раствора г/л: Al2O3 110; Na2Oк 103,65; СО2 10,54; Н2O 1041. Плотность 1280 кг/м3, а = 1,55.

4) Состав оборотного раствора, г/л: Al2O3 113,7; Na2Oобщ 223,5; N2Оок 202; СО2 15,26; Н2O 1048 кг/м3. Плотность 1440 кг/м3, ак = 2,92.

5) Разбавление пульпы при выщелачивании 4 %.

6) Ж:Т

в нижнем продукте сгустителя 3,0

в нижнем продукте последнего промывателя 2,5

7) Товарный выход Al2O3 в ветви Байера 65,4 %

8) Потери, % от содержания в исходном боксите (см. из расчетов).

### 3.7.2 Расчет материального баланса

Общий товарный выход Al2O3 составляет 88,81 %. Тогда для получения 1 т глинозема необходимо подать в процесс

985: 0,88: 0,447 = 2495,06

В нем Al2O3 – 1115,29 кг.

Так как потери Al2O3 при дроблении составляют 0,3 %, тогда на размол поступает:

1115,29 – (1115,29. 0,003) = 1111,94 кг

Количество необходимого оборотного раствора (V, м3) рассчитывается по формуле:



где аа и ао – каустическое отношение алюминатного

и оборотного растворов соответственно;

а и s – содержание Al2O3 и SiO2 в боксите, поступающем

на мокрый размол, кг;

n – содержание Na2Ok в оборотном растворе, кг/м3.



В этом количестве оборотного раствора содержится, кг:

Al2O3 = 113,7. 10,15 = 1154,06 кг

Na2Ok = 202. 10,15 = 2050,3 кг

Na2Oу = 21,5. 10,15 = 218,23 кг

СО2 = 15,26. 10,15 = 154,89 кг

Н2О = 1048. 10,15 = 10637,2 кг

Итого: 14214,68 кг

Полученные данные сводим в таблицу 4.

Таблица 4 – Баланс размола

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Компоненты | Введено, кг | | | Получено, кг | | |
| боксит влажн. | оборотн рр | Всего | сырая пульпа | потери | Всего |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|  |  |  |  |  |  |  |
| Al2O3 | 1111,94 | 1154,06 | 2266 | 2259,3 | 6,7 | 2266 |
| Na2Oу |  | 218,23 | 218,23 | 218,23 |  | 218,23 |
| Na2Oк |  | 2050,3 | 2050,3 | 2043,1 | 7,2 | 2050,3 |
| Fe2O3 | 300,99 |  | 300,99 | 299,18 | 1,81 | 300,99 |
| SiO2 | 348,26 |  | 348,26 | 346,16 | 2,1 | 348,26 |
| CaO | 24,88 |  | 24,88 | 24,73 | 0,15 | 24,88 |
| CO2 | 42,79 | 154,89 | 197,68 | 197,42 | 0,26 | 197,68 |
| ППП | 572,14 |  | 572,14 | 568,69 | 3,45 | 572,14 |
| прочие | 64,18 |  | 64,18 | 63,79 | 0,39 | 64,18 |
| Н2О | 512,44 | 10637,2 | 11149,64 | 11149,64 | 3,09 | 11149,64 |
| Итого | 2977,62 | 14214,68 | 17192,3 | 17167,15 | 25,15 | 17192,3 |

После выщелачивания боксита весь глинозем боксита за вычетом связанного с SiO2 в виде гидроалюмосиликата натрия и частично недовыщелоченного переходит в раствор, а все примеси остаются в шламе.

В красном шламе содержится:

Al2O3 = 348 кг

Na2O = 211,5 кг

Fe2O3 = 346,16 кг

SiO2 = 299,18 кг

CaO = 24,73 кг

прочие – 63,79 кг

П.п.п. – 101,43 кг

Итого: 1394,79 кг

П.п.п. рассчитываем так: общее количество п.п.п. складывается в основном из двух статей: образования гидроалюмосиликата натрия (ГАСН)

Na2O. Al2O3. 2 SiO2. 2H2O

и частично за счет нахождения Fe2O3 в составе Fe(OH)3. Принимаем, что весь кремнезем находится в составе ГАСН, тогда п.п.п. в нем составит:



Принимаем, что 10 % от всей окиси железа в шламе находится в форме Fe(OH)3. Тогда количество п.п.п. за счет этой статьи составит:

346,16. 0,1. 54: 160 = 11,68 кг

Общее количество п.п.п. составит:

89,75 + 11,68 = 101,43 кг

При ж:т в сгустителе 3,5 с 1394,7 кг красного шлама будет увлекаться 4881,76 кг алюминатного раствора или V = 3,81 м3, в котором содержится:

Al2O3 = 3,81. 110 = 419,1

Na2Oк = 3,81. 103,65 = 394,9

Na2Oу = 3,81. 14,85 = 56,58

CO2 = 3,81. 10,54 = 40,16

H2O = 3,81. 10,41 = 39,66,21

Итого: 48,76,95

Это количество Al2O3 и Na2O за вычетом потерь вследствие разложения и недоотмывки шлама будет возвращено на разбавление пульпы с 1й промводой от противоточной промывки красного шлама.

В 1й промводе содержится, кг:

Al2O3 = 419,1 – 4,46 = 414,64 кг

Na2Oк = 394,9 – 4,8 = 390,1 кг

Na2Oу = 56,58 кг

CO2 = 40,16 кг

Количество Н2О в 1й промводе рассчитывается так. В алюминатном растворе содержится 1906,84 кг Al2O3.

На это количество Al2O3 приходится Н2О, кг:

1906,84. 1041: 110 = 18045,64 кг

Тогда с 1й промводой вносится воды, кг:

18045,64 – 11833,24 + 3966,21 = 10178,61 кг

Определяется как разность между содержанием воды в алюминатном растворе и содержанием воды в алюминатном растворе, увлеченном красным шламом, и в жидкой фазе пульпы.

Таблица 5 – Баланс выщелачивания

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Компоненты | Введено, кг | | | Получено, кг | | |
| сырая пульпа | конденсат | Всего | красный шлам | жидкая фаза пульпы | потери |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| Al2O3 | 2259,3 |  | 2259,3 | 348 | 1906,84 | 4,46 |
| Na2Oу | 218,23 |  | 218,23 |  | 218,23 |  |
| Na2Oк | 2043,1 |  | 2043,1 | 211,5 | 1826,8 | 4,8 |
| Fe2O3 | 346,16 |  | 346,16 | 346,16 |  |  |
| SiO2 | 299,18 |  | 299,18 | 299,18 |  |  |
| CaO | 24,73 |  | 24,73 | 24,73 |  |  |
| СО2 | 197,42 |  | 197,42 |  | 197,42 |  |
| Прочие | 63,79 |  | 63,79 | 63,79 |  |  |
| П.п.п. | 569,69 |  | 568,69 | 101,43 | 467,26 |  |
| Н2О | 11146,55 | 686,69 | 11833,24 |  | 111833,24 |  |
| Итого: | 17167,15 | 686,69 | 17853,84 | 1394,79 | 16449,79 | 9,26 |

Таблица 6 – Баланс сгущения

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Компоненты | Введено, кг | | | | Получено, кг | | | |
| красный шлам | жидкая фаза пульпы | 1я промвода | Всего | красный шлам | алюм  инатный  рр с  кр. шламом | алюми  натный  рр на декомпоз. | Всего |
| Al2O3 | 348 | 1906,84 | 414,64 | 2669,48 | 348 | 414,64 | 1906,84 | 2669,48 |
| Na2Oк | 211,5 | 1826,8 | 390,1 | 2428,4 | 211,5 | 390,1 | 1826,8 | 2428,4 |
| Na2Oу |  | 218,23 | 56,58 | 274,81 |  | 56,58 | 218,23 | 274,81 |
| Fe2O3 | 346,16 |  |  | 346,16 | 346,16 |  |  | 346,16 |
| SiO2 | 299,16 |  |  | 346,16 | 346,16 |  |  | 346,16 |
| CaO | 24,73 |  |  | 24,73 | 24,73 |  |  | 24,73 |
| СО2 |  | 197,42 | 40,16 | 237,58 |  | 40,16 | 197,42 | 237,58 |
| Прочие | 63,79 |  |  | 63,79 | 63,79 |  |  | 63,79 |
| П.п.п. | 101,43 | 467,26 |  | 568,69 | 101,43 |  | 467,26 | 568,69 |
| Н2О |  | 11833,24 | 10178,61 | 22011,85 |  | 3966,21 | 18045,64 | 22011,85 |
| Итого: | 1394,79 | 16449,79 | 11080,09 | 28924,67 | 1394,79 | 4867,69 | 22662,19 | 28924,67 |

Таблица 7 – Баланс промывки красного шлама

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Компоненты | Введено, кг | | | | Получено, кг | | | |
| красный шлам | алюминт. рр с красн шламом | вода на промывку | Всего | красный шлам на спекание | промвода, увлек. кр. шламом | 1я промвода на разбавл. | Всего |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| Al2O3 | 348 | 414,64 |  | 762,64 | 348 |  | 414,64 | 762,64 |
| Na2Oк | 211,5 | 390,1 |  | 601,6 | 211,5 |  | 390,1 | 601,6 |
| Na2Oу |  | 56,58 |  | 56,58 |  |  | 56,58 | 56,58 |
| Fe2O3 | 346,16 |  |  | 346,16 | 346,16 |  |  | 346,16 |
| SiO2 | 299,16 |  |  | 299,18 | 299,16 |  |  | 299,18 |
| CaO | 24,73 |  |  | 24,73 | 24,73 |  |  | 24,73 |
| СО2 |  | 40,16 |  | 40,16 |  |  | 40,16 | 40,16 |
| Прочие | 63,79 |  |  | 63,79 | 63,79 |  |  | 63,79 |
| П.п.п. | 101,43 |  |  | 101,43 | 101,43 |  |  | 101,43 |
| Н2О |  | 3966,21 | 7264,61 | 11230,82 |  | 1052,21 | 10178,61 | 11230,82 |
| Итого: | 1394,79 | 4867,69 | 7264,61 | 13527,09 | 1394,79 | 1052,21 | 11080,09 | 13527,09 |

## 3.8 Выбор и технологический расчет основного оборудования

Масса пульпы, выходящей из мешалок, суммируется из массы пульпы и массы конденсата водяного пара. Пар вводится из расчета нагревания пульпы от 95 до 110о С и возмещения тепловых потерь в окружающую среду.

Общий часовой расход пара Рап, кг/ч:



где Qa1 – количество тепла для нагревания пульпы

от 95 до 110о С, кДж/ч;

Qa2 – количество тепла для возмещения потерь, кДж/ч

i – удельная этальная пара, кДж/кг

i – средняя этальная конденсата.

Qa1 = (m1 c1 + m2 c2 + m3 c3) (tk – tн)

m – массы оборотного раствора, боксита

с – удельная теплоемкость

В – производительность установки.

Qa1 = (14214,68. 3,35 + 2977,62. 0,96) (11095). 125 =

= 94,65. 106 кДж/ч

Для определения теплопотерь в окружающую среду необходимо знать число мешалок. Примем потери 3 % от общего количества тепла, вносимого паром.

Qa3 = (2,93. 106) кДж/ч

1’ = 794,21 кДж/кг

Расход пара для нагревания пульпы, кг/ч:



Расход пульпы G, кг/ч:

G = Gn + Gк

Gn – расход пара, кг/ч

Gк – расход конденсата, кг/ч

G = 17192. 125 + 48564,9 = 2197564,9

Плотность пульпы 1,37 г/м3.

Секундный объем разбавленной пульпы

Vсек = 0,61 м3/с

Vчас = 2200 м3/ч

Для обеспечения необходимого времени выщелачивания 7 ч общая емкость должна быть: 2200. 7 = 15400 м3

Учтем, что заполнение мешалок на 75 %, равно 20533 м3.

Принимаем мешалку Ø 8 м и высотой 12 м. Рабочий объем V=602,9 м3

n = 20533: 602,9 = 34 мешалки

Чтобы обеспечить заданную производительность, линейная скорость пульпы W должна составлять, м/с:



При общей продолжительности пребывания пульпы, равной 7 ч, суммарная высота всех мешалок составит:

## Н = 0,012. 25200 = 302,4 м

Заполнение на 75 %, 403,2 м

ч – продолжительность пребывания пульпы, с.

При высоте 12 м необходимое число

h = H/h = 403,2/12 = 34 мешалки

### 

### 3.8.1 Расчет теплоизоляции

К теплоизоляционным относятся материалы, коэффициент теплопроводности которых не превышает 0,23 вТ/м.о С в пределах температур 50100о С. Известно много природных материалов, отвечающих этому требованию, например, асбест, слюда, торф, земля, пробка, дерево, опилки, каменный уголь. Иногда материалы применяют в качестве тепловой изоляции в естественном виде, но чаще материалы готовят искусственно – либо смешивают в определенных пропорциях. В качестве теплоизоляционных материалов используют отходы производства. Так, шлаковая вата является продуктом грануляции шлаков металлургических печей и широко применяется в качестве теплоизоляционного материала. Широко применяется также асбослюда (смесь асбеста и слюдяной щелочи), зополит – продукт прокалки слюды при 700800о С, совелит, асбозурит и др.

Исходные данные: температура теплоносителя tт = 100о С, температура окружающей среды to = 30о С, характер изоляции – двухслойная.



где 34 – число мешалок

502,4 – поверхность одной мешалки, м2

2,93 – коэффициент изоляции

ан = 9,42 + 0,045 (tн – tо)

ан = 9,42 + 0,045 (45 –30) = 10,095

Отсюда



Обычно после нанесения изоляционного слоя по нему проводится штукатурка из асбозуритовой мастики а затем обклейка изоляции тканью. Толщину покровного слоя принимаем 10 мм.

### 3.8.2 Расчет теплового баланса

Приход тепла

На выщелачивание поступает сырая пульпа, температура которой поддерживается подачей острого пара.

Qприход = Qпара + Qсырой пульпы

Q = m. c. t

где m – масса вводимой пульпы, кг

с – удельная теплоемкость, кДж/мо. оС

t – температура.

Qпульпы = 0,85. 95. 17192,3 = 1388278 кВт

Qпара = 7575200 кДж

Qприход = 2145478 кДж

Расход тепла

В результате выщелачивания получатся красный шлам и жидкая фаза пульпы, алюминатный раствор.

m – красного шлама

m – жидкая фаза

Температура красного шлама

t = 80о С, с = 0,79

Температура жидкой фазы

t = 90о С, с = 0,79

Qкр.ш. = 0,79. 80. 1394,79 = 88150 кДж

Qж.ф. = 90. 0,79. 16449,79 = 1169580 кДж

Qкр.ш. + Qж.ф. = 1257730 кДж

Определяем потери в окружающую среду. Принимаем из двух слагаемых потери в окружающую среду и через неизолированную часть и трубопроводы и равна

Qокр.ср. = 887748 кДж

Сводим все данные в таблицу 8.

Таблица 8 – Тепловой баланс

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Приход тепла, кДж | | Расход тепла, кДж | |
| С пульпой | 1388278 | С красным шламом | 88150 |
| С паром | 757200 | Жидкой фазой | 1169580 |
|  |  | В окруж. среду | 887748 |
| Итого: | 2145478 | Итого: | 215478 |

## 3.9 Автоматизация технологического процесса

Краткая характеристика технологического процесса как объекта регулирования

В данном проекте разработана функциональная схема автоматизации процесса выщелачивания высококремнистого боксита.

Основной техникоэкономический эффект от автоматизации производственных процессов глиноземного производства заключается в повышении качества продукции, увеличении производительности труда и оборудования, уменьшении удельного расхода сырья, щелочи, топлива, электроэнергии на тонну глинозема и улучшении условий труда.

Наряду с общепромышленными типовыми системами автоматического регулирования в глиноземном производстве применяется ряд специализированных систем управления, разработанных с учетом специфических особенностей процессов и аппаратов пиро и гидрометаллургических процессов.

К таким особенностям следует в первую очередь отнести малые скорости протекания большинства процессов, большие емкости аппаратов, зависимость динамических параметров объектов управления от изменений потоков и технических режимов, сложность автоматического контроля многих важных параметров, характеризующих ход технологических процессов.

В тех случаях, когда контроль основного выходного параметра затруднен или невозможен, в системах автоматического управления потоков и качества всех основных видов сырья и энергии с ручной или полуавтоматической коррекцией. Иногда в качестве корректирующего импульса в таких системах используются результаты автоматического контроля некоторых косвенных показателей, характеризующих качество выходного показателей, характеризующих качество выходного продукта.

Примером системы управления с коррекцией по косвенному показателю может служить система автоматизации мокрого размола в шаровых мельницах.

В целях достижения высокой точности и устойчивости систем автоматизации автоматического управления процессов в некоторых случаях ведется с помощью комбинированных и двухкаскадных систем автоматизации регулирования. В этих системах первых каскадов стабилизирует основные возмущающиеся факторы на входе объекта регулирования или поддерживает определенное соотношение этих величин

Второй каскад, получающий импульсы непосредственно от регулируемой величины на выходе объекта, измеряет задание первому каскаду регулирования, если работа первого каскада не обеспечивает стабилизации регулируемой величины.

Описание функциональной схемы

Для автоматизации процесса выщелачивания боксита выбран программируемый микропроцессорный контролер Simamik S 7300 фирмы Simens. Контролер позволяет измерить и преобразовать поступающую от измерительных преобразователей контрольную информацию, вырабатывать управляющие воздействия и осуществлять взаимодействие и обмен информацией с оператором технического объекта управления через панель.

Для контроля температуры в мешалках выбран термопреобразователь сопротивления ТСП21 (поз. 1а, 2а), сигнал с которого поступает на модуль ввода аналоговых сигналов АЕ контролера.

Для контроля давления сжатого пара выбран манометр электрический дифтрансформаторный типа МЭД (поз. 3а, 4а) с нормирующим преобразователем типа НПП(3).

Для регулирования уровня пульпы в мешалке выбран автоматический регулятор типа РУПФ управляющего воздействия на каналы с мембранным исполнительным механизмом типа МИМ.

Для контроля расхода пульпы установлен индукционный расходомер ИР 61 (поз. 11а – 22а) с датчиком типа ИУ61, сигнал которого поступает на модуль ввода аналоговых сигналов АЕ контролера.

Для регулирования расхода с выхода модуля аналогового сигнала ДА поступает на выход которого УП5300 на выход подключен электрический исполнительный механизм типа КДУ1 (поз. 25б32б). Аналогично регулируется расход пара, целлюлозы.

Для контроля плотности пульпы установлен радиоизотопный плотномер типа ПР1014И (поз. 23а, 24а), сигнал с которого поступает на модуль ввода аналоговых сигналов АЕ контролер.

# 

# 4. Охрана труда

## 4.1 Анализ опасных производственных факторов

Основными производственными факторами проектируемого цеха являются щелочи, аэрозоли, влажность, шум. Наличие обширных теплоотдающих поверхностей и неполная герметичность отделения узлов аппаратурной щелочи и трубопроводов обуславливает поступления в атмосферу здания, участка большого количества тепла, влажности и аэрозолей и щелочей с жидкой фазой.

Относительная влажность воздуха в зонах обслуживания батарей в переходный период года составляет в среднем 2242 %, а в помещении сгустителей 2851 %.

Наличие теплопроводимости в многочисленном аппарате и период пролива раствора обуславливается поступлением щелочных аэрозолей в твердом виде.

В воздухе помещений могут содержаться как в жидкой, так и в твердой форме.

Главным источником шума являются электродвигатели оборудования и механизмы вращения.

Вышеперечисленные вредности являются возможной причиной профессиональной болезни, в частности заболевания верхних дыхательных путей, хронический бронхит.

NaOH – едкий натр – действует на ткани прижигающим образом. При попадании растворов на слизистую оболочку образуется отмирание кожи. После ожогов остаются рубцы.

При постоянной работе с растворами высокой концентрации и температуры часто появляются язвы на пальцах рук и размягчение рогового слоя, состояние кожи, известное под названием «руки прачек». Ногти становятся тусклыми, отделяются от ногтевой кожи. Опасно даже попадание в глаза самых малых количеств NaOH. Исходом может быть слепота.

Na2CO3 – карбонат натрия. При работе с ним наблюдается появление слизистой массы. Вдыхание их может вызвать раздражение дыхательных путей. При длительной работе с ним возможны экземы, разрыхление кожи.

Al2O3 – оксид алюминия. При вдыхании пыли или дыма алюминия поражаются в основном легкие. Заболевание называется алюмикозом или «алюминиевой лейкемией». У рабочих сухим способом описаны случаи неврита сухого нерва.

После попадания алюминия в глаза – омертвление роговины. Иногда на носу появляются угри, экзема, дерматит. ПДК для пыли 0,9 мг/м3.

СО – при вдыхании небольших концентраций появляется тяжесть и ощущение сдавливания, сильная боль во лбу, в висках, тошнота, рвота, учащение пульса.

Больше всего страдает центральная нервная система. По мере развития человек постоянно теряет способность рассуждать. Затем нарушается функция и расстраивается координация движений. В тяжелых случаях возникает паралич мозговых нервов. ПДК–20 мг/м3.

Предельно допустимые концентрации ядовитых газов, паров, пылей и других аэрозолей в воздухе рабочих помещений, мг/м3:

аммиак 20

ацетон 200

бензин топливный 100

серная кислота 1

хлор 1

Пыли и аэрозоли

* Пыль, содержащая 70 % свободного SiO2 в виде кристаллической модификации – 1;
* Пыль стеклянного и минерального волокна – 3;
* Пыль угольная, содержащая до 10 % свободной SiO – 4;

Аэрозоли металлов, металлоидов и их соединения

* Al окись алюминия, сплавы, Al – 6;
* W и его соединения;

а) дым 5 окиси W – 0,1;

б) пыль 5 окиси W – 0,5;

в) ферованадий – 1.

Щелочные аэрозоли в пересчете на едкий натр – 0,5;

Допускается предельная температура нагретых поверхностей + 45о С, предельный уровень шума 80 дб.

Основные опасности

* Движущиеся и вращающиеся части механизмов;
* Поражение электрическим током;
* Электрические кабели [10].

## 4.2 Организационные мероприятия

Основы законодательства РК о труде возлагают на администрацию предприятия обеспечение здоровых и безопасных условий труда. В соответствии с основами администрация обязана обеспечить надлежащим техническим оборудованием все рабочие места и создавать надлежащие условия работы, соответствующие правилам по охране труда, технике безопасности, санитарным нормам и правилам. Согласно этому положению производственных процессов в соответствии с действующими законами по охране труда, а также ответственность за надлежащее их состояние возлагается на руководителей и ИТР предприятия.

На предприятиях цветной металлургии возлагается создание условий для выполнения действующих законодательных актов, приказов, инструкций вышестоящих организаций по охране труда, обеспечение рабочих спец. одеждой, спец. обувью, лечебнопрофилактическим питанием, санитарнобытовыми помещениями.

На главного инженера возлагается непосредственное руководство работой по охране труда и службой техники безопасности, контроль за состоянием условий труда на производстве, принятие мер к предупреждению производственного травматизма и профессиональной заболеваемостью.

На начальника цеха возлагается:

* обеспечение содержанием в исправленном и отвечающем требованиям техники безопасности состояния зданий, сооружений, механизмов;
* обеспечение выполнения плана мероприятий по технике безопасности;
* своевременное рассмотрение и выполнение выяснения причин аварий.

На мастера смены возлагаются:

* проведение инструктажа на рабочем месте;
* надзор за соблюдением работающих правил техники безопасности;
* проведение допуска к управлению и обслуживанию сложных агрегатов, установок, механизмов.

## 4.3 Технические мероприятия

### 4.3.1 Обеспечение электробезопасности

На участке есть следующие потребители тока:

* электродвигатели;
* приборы КИП и автоматизации;
* насос для перекачивания растворов.

Все одинаково питаются от понижающей подстанции закрытого типа с заземленной нейтралью. Заземление частей электроустановок корпусов электрического оборудования, не находящегося под напряжением – одна из наиболее распространенных мер толщины в сетях до 1000 В и выше. Сопротивление заземляющих устройств не должно превышать значения, установленного в ТУЭ и ПТЭ. В данном проектном случае R = 3,23 ом. На основных опасных участках имеются предупредительные плакаты.

Все электрооборудование заземлено [10].

### 4.3.2 Расчет заземления

Установление допустимого заземления. Для электроустановок напряжением до 1000 В наивысшее допустимое сопротивление в период наименьшей проводимости почти равно:

Rдоп < 4 ом

Принимаем 9 вертикальных заземляющих электродов из стального уголка с размерами 50х50х5 мм, l = 2500 мм и 77 горизонтальных с размером 40х4 мм.

Глубина заполнения в грунт 0,7 м. Для глинистого грунта при его влажности 1020 % принимаем удельное сопротивление грунта равно = 40 ом.м.

Место расположения проектируемого цеха относится к IV климатической зоне, коэффициент сезонности для вертикального электрода Кс = 1,10.

Для горизонтального Кс = 1,5 коэффициент, учитывающий состояние земли в период измерения удельного сопротивления грунта.

Кз равно:

* для вертикального Кз = 1
* для горизонтального Кз = 1

Расчетное удельное сопротивление грунта для вертикального электрода

;



для горизонтального электрода ;



;



Сопротивление одиноких заземлителей:



l – длина электрода;

t – расстояние от поверхностей земли до середины электрода.



При отношении расстоянием между вертикальным заземлением хв = 2 и числа заземлителей N=S коэффициент экранирования равен для горизонтального заземления



### 4.3.3 Организация противоточной вытяжной вентиляции

Для ликвидации пыли завод оборудован приточновытяжной вентиляционной системой, на особо пылевыделяемых участках запроектирована местная вентиляция, все перегрузочные узлы оборудованы защитными кожухами.

## 

## 4.4 Санитарно-гигиенические мероприятия

### 4.4.1 Обеспечение спецодеждой, спецобувью, предохранительными приспособления

Для создания работающим благоприятных условий труда на заводе предусмотрено использование индивидуальных средств защиты. К ним относятся: спецодежда, приборы приспособления для защиты органов дыхания, зрения, слуха, головы, рук, ног, кожного покрова.

Таблица 9 – Перечень выдаваемой одежды

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № | Профессия | Спецодежда, обувь, приборы, приспособления | Срок носки,  месяц |
| 1 | Аппаратчикгидрометаллург | костюм х/б с водостойкой пропиткой | 12 |
|  |  | ботинки кожан. | 12 |
|  |  | рукавицы брезент | 2 |
|  |  | зимой куртка ватная | 24 |
| 2 | Слесарь | комбинезон х/б | 12 |
|  |  | рукавицы брезент | 2 |
|  |  | зимой куртка ватная | 24 |
| 3 | Электрикгазосварщик | костюм х/б с водостойкой пропиткой | 12 |
|  |  | сапоги резиновые | 12 |
|  |  | перчатки диэлект | дежурные |
|  |  | зимой куртка ватная | 24 |
|  |  | рукавицы брезент | 2 |

### 4.4.2 Обеспечение метеорологических условий

Источником теплоснабжения завода является ТЭЦ1 РУ «Павлодарэнерго», расположенная в непосредственной близости от площадки завода.

Основные потребители: участок выщелачивания и НРМЦ, а также участок спекания. Для этих же целей используется перегретая вода с температурой от 30 до 70о С расход составляет 85 Г.кал/ч

### 4.4.3 Освещение рабочих мест

Для создания благоприятных условий труда важное значение имеет освещение. Оно необходимо и для правильного размещения цветовых сигналов.

Применяют естественное и искусственное освещение. Естественное освещение нормируется. Искусственное освещение необходимо для проведения работ в темное время суток.

### 4.4.4 Защита от шума и вибрации

На проектируемом участке используется самое разнообразное оборудование, эксплуатация которого сопровождается интенсивным шумом. Длительное воздействие шума отрицательно сказывается на организм работающего, который препятствует сосредоточению внимания, затрудняет речевой обмен информации, вызывает быструю усталость и снижение работоспособности.

## 4.5 Противопожарные мероприятия

Проектируемый цех строится из несгораемых материалов и конструкций I и II степени огнестойкости, т.к. завод по нормам пожароопасности относится к предприятиям категории «Д».

Разрывы между зданиями соответствуют противопожарной стойкости строительного проектирования. Цех обеспечивается внутренним водопроводом, устанавливаются гидрокраны. Ширина лестниц, служащих для эвакуации людей, должна быть не менее двух метров, число выходов не мене двух в каждом корпусе. Подъезды к корпусам должны быть открыты с обеих сторон. Для ограничения распространения огня используются несгораемые конструкции, ручные огнетушители [10].

# 5. Организация труда и систем управления предприятием

## 5.1 Решения по организации трудовых процессов

Организация основного производства определяется прежде всего технологическими и техническими особенностями производства каждого вида продукции и связями его со смежными производствами, входящими в состав данного производственного объединения, предприятия, а также с производствами других предприятий. Характер организации основного производства – его тип (массовый, серийный), непрерывность, поточность или дискретность, состав производственных операций и последовательность их выполнения обуславливаются заданными объемами производства продукции, ее номенклатурой, требованиями к ее качеству, прогрессивностью принятой технологии переработки сырья и материалов, а также технологического оснащения, уровнем механизации и автоматизации производства, определяющим способы обслуживания и управления имеющейся техникой.

Организация основного производства охватывает вопросы рационального размещения технического оснащения с позиций снижения материальных, энергетических и трудовых затрат, формирования организационно самостоятельных производственных подразделений (цехов, участков) и группировки машин, оборудования и агрегатов в рабочие места индивидуального или коллективного обслуживания, предусматривая при этом наиболее экономически эффективные формы специализации и кооперации труда и производства, т.е. установление применительно к объемам и номенклатуре продукции рациональной производственной структуры и соответствующей структуры управления основным производством.

В круг вопросов организации основного производства входят также: установление режимов работы отдельных участков производства, содействующих полной отдаче основных фондов; определение производственного ритма и такта, т.к. количества изготовляемой продукции на отдельных производственных участках в единицу времени и промежутки времени между выпуском одинакового количества продукции в прерывных производствах; создание согласованности (синхронизация) в работе сопряженных производственных участков, в том числе путем определения порядка загрузки их сырьем и материалами и регламентации технологических параметров отдельных видов обслуживания оборудования, а также установлением оптимальных межоперационных заделов. Организация основного производства решает и вопросы организации труда и заработной платы занятых в нем работников, определяет потребные виды услуг вспомогательных производств (транспортных, ремонтных, энергетических и др.) и ритмичность их осуществления, а также способы количественного и качественного учета выполненных работ.

Значительная часть вопросов организации основного производства решается на стадии проектирования нового строительства, расширения и реконструкции действующего производства. Эффективность действующей организации производства проявляется в конечных результатах производства, отражаемых в техникоэкономических показателях [3].

## 5.2 Определение режимов труда и отдыха. Графики сменности основного и вспомогательного персонала. Плановый баланс рабочего времени

Успешная деятельность работника требует рационального режима труда и отдыха, т.е. распределение времени работы и времени, свободного от нее. Оптимальность этого режима определяется характером производства (его непрерывностью), организацией ремонтного обслуживания, которое при возможности следует осуществлять во время отдыха основных рабочих. При разработке рациональных режимов труда и отдыха следует стремиться к достижению высокой производительности труда, обеспечивая соблюдение законодательства о труде (продолжительность рабочего дня с учетом условий труда, допустимой продолжительности ночных смен, установленной продолжительности отпуска и др.) трудящихся [3].

Расчет количества смен

Годовой фонд времени работы оборудования

календарное время, Тк

Тк = 365. 24 = 8760 ч

где 365 – количество дней в году;

24 – продолжительность дня, ч

режимное время, Треж

Треж = (365 – 52 – 9). 7 – (52 + 8). 1 = 2068 ч

где 52 – количество выходных дней в году;

9 – количество праздников в году;

7 – продолжительность рабочей смены, ч

8 – количество предпраздничных дней в году

Количество смен



n = 8760: 2068 = 4,2 = 4

Принимаем 4 смены.

Продолжительность смены 8 час.

Цикл графика чередования всех смен – 12 дней.

1 смена – с 0оо ч до 8оо ч

2 смена – с 8оо ч до 16оо ч

3 смена – с 16оо ч до 00оо ч

Количество часов, отработанных каждой сменой в месяц:

А = 23. 8 = 184 ч В = 23. 8 = 184 ч

С = 22. 8 = 176 ч Д = 22. 8 = 176 ч

30. 24 = 720

Итого: 720 часов

Проверка: 30. 24 = 720 ч.

Годовой фонд рабочего времени:



где 9 – количество рабочих смен в цикле

12 – продолжительность цикла

Количество выходных в году:



где 3 – количество выходных в цикле.

Теоретический период восстановления



где а – количество рабочих дней в период от выходного

до выходного;

t – количество дней в неделе;

t1 – число часов рабочей недели;

х – средний или полный период отдыха.



Таблица 11

Плановый баланс рабочего времени

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № | Показатели | 7часовой рабочий день  8часовая смена  4бригадный график | |
| 1 | Число календарный дней | Тк | 365 |
| 2 | Число выходных и нерабочих дней согласно графику | Т1 | 92 |
| 3 | Номинальный фонд рабочего времени, сут | Тн = Тк – Т1 | 273 |
| 4 | То же в часах | Тн. 8 | 2184 |
| 5 | Невыходы на работу по причине: |  |  |
| а) | очередные и дополнит. отпуска |  | 24 |
| б) | болезни |  | 4 |
| в) | отпуска в связи с родами |  |  |
| г) | выполнение государственных и общественных обязанностей |  | 1 |
| д) | отпуска учащимся |  | 1 |
|  | Итого невыходов: |  | 30 |
| 6 | Эффективный фонд рабочего времени | Тэф = Тн 30 | 243 |
| 7 | Использование номинального фонда времени, % | Тэф /Тн.100% | 89 |
| 8 | Продолжительность рабочей смены, ч |  | 8 |
| 9 | Полезный фонд рабочего времени, ч | Тэф. 8 | 1944 |

## 5.3 Определение численного, профессионально-квалификационного состава трудящихся по категориям

Работники предприятий подразделяются на две группы: промышленнопроизводственный персонал и непромышленный персонал. К промышленнопроизводственному персоналу относятся:

а) все работники производственных цехов (основных и вспомогательных), побочных и подсобных производств;

б) работники аппарата управления предприятием;

в) работники пожарносторожевой и вооруженновахтерной охраны;

г) работники заводских лабораторий.

К непромышленному персоналу относятся: персонал врачебносанитарных учреждений предприятия, работники заводского транспорта.

В расчетах техпромфинплана определяют численность промышленнопроизводственного персонала прямым счетом по каждому подразделению предприятия по следующим категориям:

1. рабочие;
2. руководящие и инженернотехнические работники;
3. служащие (работники учета, финансирования, снабжения, административнохозяйственный персонал) и МОП – дворники, уборщицы;
4. вооруженновахтерская охрана (ВВО), пожарная охрана (ПО);
5. ученики.

Различают списочную, штатную и явочную численность работников. Под явочной численностью понимают фактическое число работников, занятых на предприятии в течении суток. Штатный состав больше явочного на число работников, необходимых в непрерывных производствах для подмены в выходные и праздничные дни неработающи. В производствах с прерывным режимом работы штатный и явочный состав совпадают. Списочный состав больше штатного на число временно отсутствующих в связи с очередными и дополнительными отпусками, болезнями и прочими причинами. В списочный состав включают всех постоянных, временных и сезонных работников. При этом выявляется списочный состав на определенную дату и среднесписочный состав за определенный период. Последний исчисляют суммированием списочного состава за каждый день и последующим делением этой суммы на число дней в периоде.

В плане устанавливают среднесписочное число работников по всему предприятию и численность по отдельным категориям работников по участкам и цехам. Исходными материалами для расчета численности работников являются:

а) производственная программа;

б) прогрессивные нормы выработки, времени и обслуживания, а также сведения о достигнутом уровне выполнения норм выработки и времени;

в) плановое задание по росту производительности труда;

г) графики сменности.

Численность рабочих определяют следующими методами в зависимости от характера используемых норм и нормативов на отдельных участках производства:

1. по нормативам численности;
2. по нормам выработки;
3. по нормам времени.

Каждый из указанных методов требует предварительного установления планового баланса рабочего времени. Такой баланс составляется для отдельных групп рабочих на основе анализа использования рабочего времени в отчетном периоде и намеченных в плане мероприятий по оздоровлению условий труда и повышению трудовой дисциплины. Потери рабочего времени по неуважительным причинам в плановый баланс не включают.

Метод определения потребности в рабочих по нормативам численности применяется для рабочих, связанных с обслуживанием машин и оборудования, производительность которых не зависит от интенсивности труда рабочих. Этот метод широко применяется на обогатительных фабриках, в металлургических производствах и в других производствах с аппаратурными процессами, а также для вспомогательных рабочих – повременщиков. Сначала устанавливают явочное число рабочих Nяв умножением норматива численности Нч на число агрегатов А и на число рабочих смен в сутки С, т.е.

Nяв = А. Нч. С

Затем определяют количество подменных рабочих согласно графику сменности.

Для рабочих мест, обслуживаемых непрерывно с длительностью рабочего дня 6 и 7 ч., подменная численность Nпод равна числу работников, занятых в одной смене. Штатное число рабочих Nшт определяют добавлением подмены к явочной численности.

Nшт = Nяв + Nпод = Hч. А (С + 1)

где Н4 – число рабочих, необходимых для

обслуживания одного аппарата;

А – число аппаратов;

С – число рабочих смен в сутки.

Списочный состав Nсп определяется умножением штатного состава на коэффициент перехода от штатного состава к списочному.

Nсп = Nшт. Кс

Коэффициент перевода штатного состава в списочный устанавливается как отношение номинального фонда рабочего времени к полезно используемому фонду:



а также:

Nсп = Nяв. Кяв



Расчет численности рабочих по категориям

Старший аппаратчик гидрометаллург 5го разряда, норма обслуживания Н4 = 0,625, количество 4 нитки выщелачивания и 4 сгустителя; 3сменный график.

Nяв = 8. 0,625. 3 = 15 в сутки

Nяв = 5 в смену

Nяв = Nпод

Nшт = Nяв + Nпод = 15 + 5 = 20 чел.



Расчет численности сведен в таблицу 12.

Расчет других категорий работников выполняется аналогично [3].

Таблица 12

Расчет численности рабочих по нормам обслуживания

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Профессия | разряд | норма обслуживан | число смен в сутки | явочная численность | | число подменных рабоч | штатная  численность | списочная численность |
|  |  |
| Ст. аппаратчикгидрометаллург | 5 | 0,625 | 3 | 5 | 15 | 5 | 20 | 23 |
| Аппаратчикгидрометаллург | 4 | 0,4 | 3 | 3 | 9 | 3 | 12 | 14 |
| Фильтровщик | 4 | 0,85 | 3 | 7 | 21 | 7 | 28 | 32 |
| Машинист насосных установок | 3 | 0,7 | 3 | 5 | 15 | 5 | 20 | 23 |
| Оператор КИП | 5 | 0,55 | 3 | 4 | 12 | 4 | 16 | 18 |
| Аппаратчик гидрометаллург | 3 | 0,25 | 3 | 2 | 6 | 2 | 8 | 9 |
| Вспомогательные рабочие | | | | | | | | |
| Слесарь | 4 | 0,15 | 3 | 1 | 3 | 1 | 4 | 5 |
| Обшивщица | 5 | 0,12 | 3 | 1 | 3 | 1 | 4 | 5 |
| Дежурный электрик | 5 | 0,25 | 3 | 2 | 6 | 2 | 8 | 9 |
| Всего |  |  |  | 30 | 90 |  | 120 | 138 |

## 5.5 Расчет годового фонда заработной платы по категориям

Расчет ведем на примере одного рабочего, полученные результаты вносим в таблицу. Исходные данные берем из предыдущих таблиц, кроме тарифных ставок, которые задаются на предприятии.

Таблица 12

Заработная плата для ИТР, тг

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № | Должность | колво | Месячный оклад | Сумма по окладу | Районный коэфф. | Итого  за год |
| 1 | Начальник цеха | 1 | 50000 | 50000 | 57500 | 690000 |
| 2 | Зам. нач. цеха | 2 | 40000 | 80000 | 92000 | 1104000 |
| 3 | Нач. участка | 5 | 37000 | 185000 | 212750 | 2553000 |
| 4 | Ст. мастер | 7 | 33000 | 237000 | 265650 | 3187800 |
| 5 | Мастер механик | 5 | 35000 | 175000 | 201250 | 2415000 |
| 6 | Мастер электр. | 5 | 35000 | 175000 | 201250 | 2415000 |
| 7 | Мастер смены | 20 | 30000 | 600000 | 690000 | 8280000 |
|  | Итого: | 45 |  |  |  | 20644800 |

# 6. Строительные решения

## 6.2 Архитектурно-строительные решения

Промышленная площадка проектируемого цеха расположена на правом берегу реки Иртыш, на территории Павлодарского алюминиевого завода. Площадка имеет относительно ровную поверхность. Здание принято шириной 300 м и длиной 500 м, высотой 20 метров. Высота здания обуславливается габаритами оборудования и требованиями техники безопасности [11].

В стенах цеха предусмотрены оконные проемы. Лестницы предназначены для сообщения между различными площадками. Ширина лестниц 1,5 м. Для перевозки различных грузов в проекте предусмотрены ворота. Ширина их определяется в соответствии с размерами перевозимых грузов.

## 6.2 Отопление. Вентиляция

Технологические процессы в цехе характеризуются выделением большого количества тепла, поэтому отопление не предусмотрено. Освещение в цехе естественное и искусственное. Для поддержания нормального температурного, влажного режима применяется искусственная вентиляция. В случае необходимости подаваемый воздух охлаждается, увлажняется и очищается в системе вентиляции [11].

## 6.3 Водоснабжение и канализация

Водоснабжение осуществляется из городской сети, которая используется на хозяйственные и производственные нужды. Расход воды принят исходя из санитарных норм:

1. расход воды в душевых – 60 литров на человека;
2. для технических нужд расход воды – 200 л/сек.

Часть воды для производственных нужд восполнения за счет оборотной воды. Собственных очистных сооружений цех не имеет.

Хозфекальные стоки отводятся в городскую канализацию, которая обслуживается «Горводоканалом». Сброс стоков в реку Иртыш отсутствует. Ширина санитарнозащитной зоны 1000 м [11].

## 6.4 Химическая защита оборудования и строительные конструкции

Материалы, используемые для строительства здания являются морозостойкими и влагостойкими. Кроме того используются для покрытия специальные антикоррозионные покрытия. Здания являются огнестойкими. Полы цеха выстелены латлаксной плитой на асфальтобетоне, который ложится на битум, бетон и щебень [11].

Таблица 15 – Строительные объемы основного оборудования

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № | Наименование зданий и сооружений | Площадь,  м3 | Объем  м3 | Количество |
| 1 | Сгущение | 2200 | 44000 | 6 |
| 2 | Фильтрация рра: ЛВАЖ | 115 | 2300 | 20 |
| 3 | Фильтрац. кр.шл: бараб. | 150 | 3000 | 20 |
| 4 | Промывка | 365 | 7300 | 16 |
| 5 | Выщелачивание мешалка | 258 | 5166 | 34 |
| 6 | Мельницы стержневые | 535 | 10700 | 5 |
|  | Итого: | 3623 | 72466 | 101 |

# 7. Охрана окружающей среды

## 7.1 Перечень промышленных выбросов

В результате деятельности завода на внешнюю среду оказываются следующие загрязняющие воздействия:

* пыление при складских, транспортных и перегрузочных операциях сыпучих материалов;
* промежуточный сброс шлама глиноземного производства на шламовое поле;
* хозяйственнобытовые стоки;
* дождевые стоки с площадки завода. В ТЭР предусматриваются меры, обеспечивающие минимальное загрязнение окружающей среды, на уровне, не превышающем ПДК.

## 7.2 Охрана воздушного бассейна

Для снижения выбросов пыли предусматриваются:

* сооружение закрытых складов;
* отсутствие сбросов запыленного воздуха после холодильников спека в атмосферу (весь воздух поступает в печь);
* отсутствие дробления с соответствующим образованием пыли;
* увеличение КПД системы газоочистки за счет многоступенчатой газоочистки и использования современных конструкций электрофильтров и систем пыле возврата, обеспечивающих минимальный подсос воздуха;
* герметизация узла размола;
* использование пневмометодов для транспортировки глинозема при сокращении расхода воздуха по сравнению с открытым транспортированием.

## 7.3 Охрана водоемов и почв от загрязнения сточными водами

Для складирования шлама глиноземного производства с последующей отгрузкой его цементным заводом предусматривается сооружение на шламовом поле двух разделов. Один для складирования, другой после сушки.

Для отгрузки шлама с помощью экскаватора железнодорожные платформы.

Для исключения дренажирования щелочного раствора, со шламового поля воды стекают в дамбы. Под шламовым полем застилается привозным суглинком.

По периметру дамбы, сооружаемой из шлама, выполняется дренажная канава для сброса и утилизации возможных протечек через стенки дамбы.

Для снижения загрязнения водного бассейна и почвенных вод предусмотрено бессточное водоснабжение завода, использование вод в технологическом процессе.

# 

# Заключение

Целью настоящего дипломного проекта являлось проектирование цеха выщелачивания бокситов в условиях АО «АК». В дипломном проекте были рассчитаны материальные и тепловые балансы по периодам, а также конструктивные расчеты оборудования, свидетельствующие о том, что для достижения заданной производительности по глинозему необходимо установить 34 стандартные мешалки диаметром 8 метров и высотой 12 метров.

Экономические расчеты показывают высокую эффективность работы спроектированного цеха. Рентабельность составляет 24,8 %, срок окупаемости 3,2 года. Ориентировочная годовая прибыль предприятия 5351510000 тенге.

Также в разделах описано о возможной дальнейшей переработки красных шламов, доизвлечение Al2O3, комплексное использование сырья, извлечение галлия и ванадия из алюминатных растворов.

# Список литературы

1. Пайнер А.И. Производство глинозема. – М.: Металлургия, 1978 – 344 с.
2. Абжапаров А. Комплексное использование низкокачественного глиноземсодержащего сырья Казахстана. / под ред. акад. Л.П. Ни. – Алматы: Гылым, 1998 – 178 с.
3. Грацерштейн И.М., Малинова Р.Д. Экономика, организация и планирование производства в цветной металлургии. – М: Металлургия, 1985 – 384 с.
4. Обогащение бокситов. / под общ. ред. М.Л. Валовой. – М.: Наука, 1978, 287 с.
5. Эйгелес М.А., Кузнецов В.П. и др. Обогащение окситов. – М.: Наука, 1970.
6. Шемякин В.С., Останин Л.В. и др. Комплексное использование минерального сырья, 1984, № 8, с. 1822.
7. Чеернышев Б.В., Салтанов В.В. и др. Обогащение бокситов флотацией щелочноалюминатных растворах. Цветная металлургия, 1985, № 3, с. 2426.
8. Авторское свидетельство СССР, № 108.
9. Еремин Н.И. Процессы и аппараты глиноземного производства. – М.: Металлургия, 1980 – 360 с.
10. Злобинский Б.М. Охрана труда. – М.: Металлургия, 1968 – 459 с.
11. Брилинг Н.С., Балягин С.Н. Справочник по строительному черчению. – М.: Стройиздат, 1987 – 446 с.
12. Самарянова Л.Б., Лайнер А.И. Технологические расчеты в производстве глинозема. – М.: Металлургия, 1988 – 256 с.
13. Техника чтения схем автоматического управления и технологического контроля./под ред. Клюева А.С. – М.: Энергоатомиздат, 1991 – 430 с.
14. Беляев И.И. Контроль и автоматизация производства глинозема и алюминия. – М.: Металлургия, 1967.
15. Технологическая инструкция АО «Алюминий Казахстана», 1990 г.