

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное агентство по образованию
ПЕРМСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
Факультет очно-заочного обучения
Специальность Химическая технология неорганических веществ
Кафедра **Химической технологии и экологии**

КУРСОВОЙ ПРОЕКТ

ПО ДИСЦИПЛИНЕ: «ТЕХНОЛОГИЯ НЕОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ»

**ПО ТЕМЕ: «ПРОИЗВОДСТВО ХЛОРИДА КАЛИЯ
ФЛОТАЦИОННЫМ СПОСОБОМ В УСЛОВИЯХ
БКПРУ – 2»**

Выполнила: студент гр. ХТНВ-00

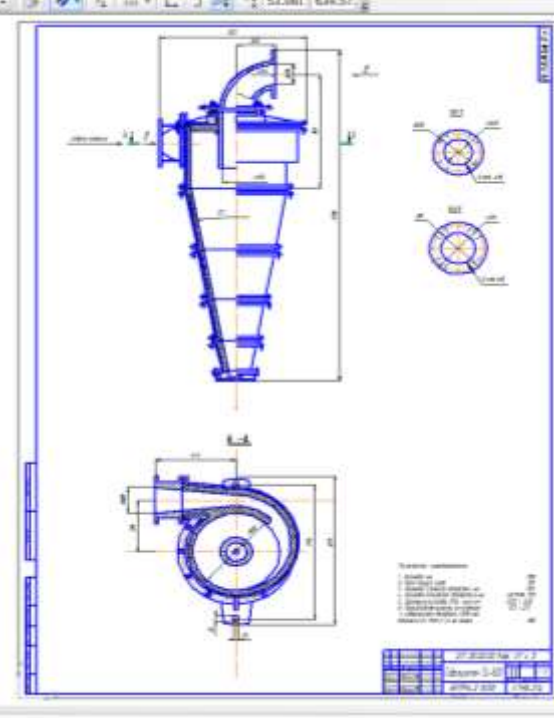
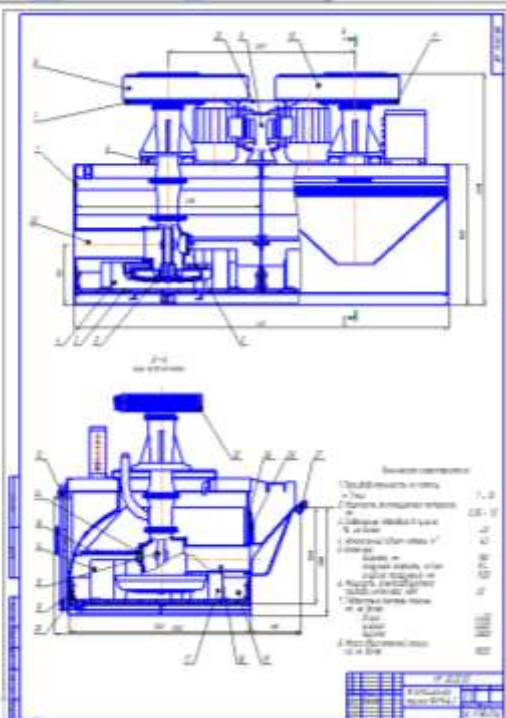
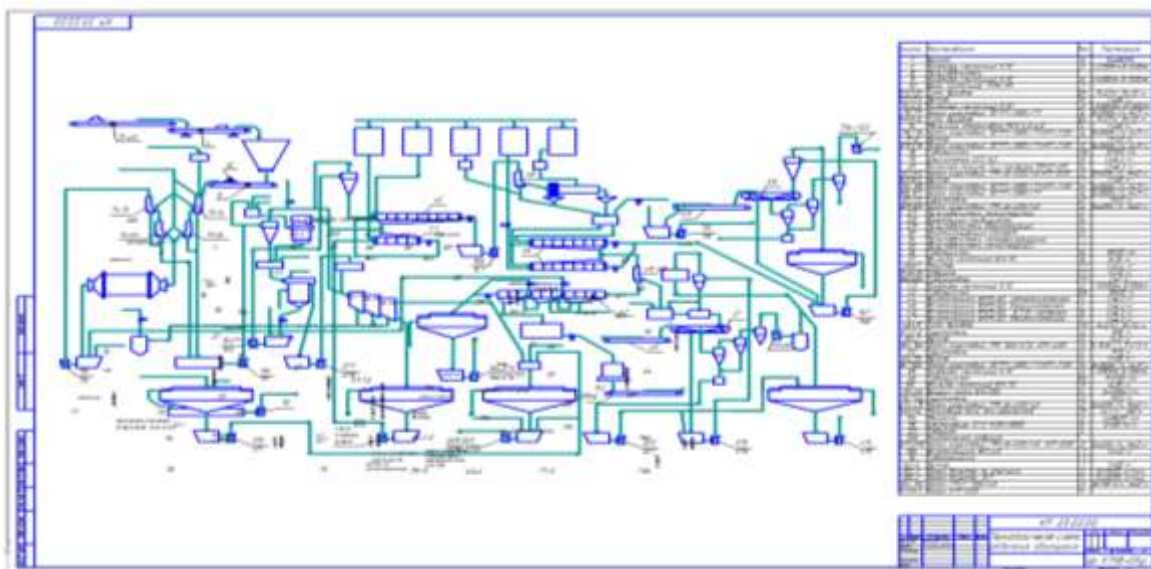
Проверил: доцент кафедры ХТ, к.т.н.

Пермь

Содержание

1.ВВЕДЕНИЕ	4
2. ТЕХНИКО - ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ	6
2.1 Техничко - экономическое обоснование сырья	6
2.2 Краткое экономическое обоснование точки строительства проектируемого производства.	8
2.3 Отходы производства	10
2.3.1 Сточные воды	10
2.3.2 Солеотвал	10
2.3.3 Шламохранилище	11
2.3.4 Выбросы в атмосферу	11
2.3.5 Охрана окружающей среды в ОАО «Уралкалий»	12
3. ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИЙ И КИНЕТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ	13
3.1 Термодинамический анализ возможности элементарного акта флотации	13
3.2 Силовая трактовка флотации	14
3.3 Максимальный размер частицы, флотирующей при пенной флотации	15
3.4 Необходимый размер пузырьков при пенной флотации	15
3.5 Вероятность флотации	16
3.6 Кинетика процесса флотации	17
3.7 Расчет диаметра пузырька воздуха	18
3.8 Расчет скорости всплывания пузырька	19
4. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СХЕМА ПРОИЗВОДСТВА	22
4.1 Отделение измельчения	22
4.2 Отделение обесшламливания	23
4.3 Отделение флотации	24
4.4 Отделение обезвоживания концентрата и хвостов	26
4.5 Отделение сгущения продуктов обогащения	28
5. МАТЕРИАЛЬНЫЙ БАЛАНС	30
5.1 Основная сильвиновая флотация	31
5.2 Классификация	33

заказать	компетентное выполнение курсовой работы на https://diplom-berezniki.ru	3
5.3	Первая перечистка	34
5.4	Вторая перечистка	35
5.5	Третья перечистка	36
5.6	Таблица баланса продуктов	39
6.	ВЫБОР И РАСЧЕТ ОБОРУДОВАНИЯ	40
7.	ОХРАНА ТРУДА И ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ	43
7.1	Опасные факторы и вредности, проявляющиеся в процессе производства. Мероприятия по защите от них.	43
7.2	Санитарно – технические мероприятия	44
8.	СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	46



1. Введение

Развитие калийной промышленности непосредственно связано с основным потребителем солей калия – сельским хозяйством, т.к. более 90 % вырабатываемых промышленностью солей калия используется в качестве удобрений. Калий играет большую роль в регулирования процессов, происходящих в растениях. Он выполняет следующие функции:

- 1) Влияет на углеводный обмен
- 2) Оказывает влияние на азотный обмен и синтез белка
- 3) Нейтрализует органические кислоты
- 4) Регулирует активность других минеральных элементов
- 5) Стимулирует рост молодых растений и улучшает их водный режим

Основным сырьем для производства хлоридных калийных удобрений служит сильвинит – механическая смесь сильвина и галита.

Добычу калийных руд производят шахтным способом, применяя буровзрывной или комбайновый методы.

Переработку калийных руд с получением тех или иных калийных удобрений может осуществляться методами:

- 1) Галургический метод. Основан на различной растворимости KCl и $NaCl$ в водных растворах при изменении температуры.
- 2) Метод электростатической сепарации. Основан на образовании на поверхности измельченных кристаллов KCl и $NaCl$ при нагревании до $100-120^{\circ}C$ и обработке реагентами разноименных зарядов и последующем разделении в электростатическом поле.
- 3) Флотационный метод. Основан на различной смачиваемости измельченных кристаллов KCl и $NaCl$ водой с добавлением специальных реагентов.

Достоинства флотационного метода:

- процесс может быть легко автоматизирован;

- обогащение происходит при нормальной температуре, что резко снижает коррозию аппаратов и улучшает условия труда;
- KCl получается менее слеживаемым;

Процесс обогащения – это процесс, предназначенный для обработки полезных ископаемых с целью выделения из них одного или нескольких товарных продуктов с повышенным содержанием ценного компонента и с пониженным содержанием пустой породы или ненужных примесей. В результате обогащения получают 2 основных компонента – концентрат и хвосты, а также промежуточный продукт, который по содержанию ценного компонента беднее концентрата, но богаче хвостов и в процессе находится в обороте.

Флотационный метод получения KCl, рассматриваемый в данном проекте, включает в себя основные операции:

- 1) Сухое дробление
- 2) Мокрое измельчение и классификация
- 3) Обесшламливание
- 4) Сильвиновая флотация
- 5) Сгущение и обезвоживание продуктов обогащения
- 6) Сушка концентрата
- 7) Приготовление флотореагентов
- 8) Погрузка готовой продукции
- 9) Удаление и складирование отходов обогащения

Лимитирующей стадией является сильвиновая флотация.

2. Техничo - эконоmическое обоснование

2.1 Техничo - эконоmическое обоснование сырья

Главнейшим месторождением калийных солей в России является Верхнекамское расположенное на Среднем Урале. О наличии калийных солей в этом районе указывал академик Н.С.Курнаков еще в 1915-1917 годах. Его работами было положено начало геологического изучения и промышленного освоения крупнейшего в мире Верхнекамского месторождения калийных солей (площадь около 7000 м²).

Благодаря сравнительной чистоте и неглубокому залеганию (90-220 метров) мощных пластов сильвинита и карналлита это месторождение относится к наиболее значительным калийным месторождениям мира. Его запасы исчисляются в 24 миллиардов тонн K₂O и относятся к разряду калийно-магниевых солей хлоридного типа.

В толще калийных солей выделяются две зоны: карналлитовая и сильвинитовая.

Карналлитовая зона мощностью 70-100 метров сложена чередующимися слоями карналлитовых солей, пестрых сильвинитов и каменной соли. В этой зоне насчитывается девять пластов калийных солей, разделяемых прослоями каменной соли. Верхняя часть зоны сложена в основном карналлитовой породой, в средней части наблюдается смена карналлитовой породы пестрым сильвинитом, нижняя часть зоны в западной части месторождения сложена карналлитом и смешанными солями, замещаемыми к востоку сильвинитом и каменной солью. Под карналлитовой зоной лежит основная сильвинитовая зона, средняя мощность которой достигает 30 метров. Эта зона включает четыре пласта, состоящих из перемежающихся слоев сильвинита и каменной соли. Верхний горизонт сильвинитовой зоны состоит из пестрого сильвинита-смеси кристаллов молочно-белого сильвина с серыми, голубыми и синими кристаллами галита. Под пестрым сильвинитом залегает горизонт красного сильвинита-

заказать компетентное выполнение курсовой работы на <https://diplom-berezniki.ru>
смеси сургучно-красного сильвина с голубой и серой каменной солью. Под сильвинитовой зоной залегает мощный пласт каменной соли.

На Верхнекамском месторождении в настоящее время эксплуатируют три рабочих пласта: сильвинитовый Красный II мощностью 6-8 метров, сильвинитовый АБ мощностью 2,5-3 метров, состоящий из двух пачек – полосчатой А и пестрой Б, и карналлитовый. Имеется также два нерабочих пласта – Красный I и Красный III, расположенных выше и ниже пласта Красный II.

Содержание KCl в добываемом сильвините составляет 26.5-32.2%, NaCl – 59.5-69.9%, нерастворимого в воде остатка – 1.7-7.3% и изменяется по участкам незначительно.

Соляные толщи представлены подстилающими Соляные отложения наиболее развиты в пределах Соликамского и Березниковского районов, где мощность толщи солей достигает 500 метров. пластами каменной соли общей мощностью от 250 до 380 метров и пластами калийно-магниевых солей мощностью 80-100 метров. Основными минералами сильвиновых пластов являются сильвин и галит, подчиненное значение имеют глинистые минералы (слюды, гидрослюды, хлорит, полевые шпаты и другие), карбонаты типа ангидрита, гипса, доломита, магнезита.

Вкрапленность сильвина крупная. Конечная крупность измельчения (95% класса –3 мм) обеспечивает раскрытие зерен сильвина до 80-90%. Плотность сильвина колеблется от 1,98 до 2,22 т/м³. Месторождение разрабатывается подземным способом. Руду на поверхность выдают скипами.

2.2 Краткое экономическое обоснование точки строительства проектируемого производства.

Технико-экономическое обоснование строительства проектируемого производства выполняется на стадии научных исследований в объеме рекомендаций по технологическому регламенту переработки исходного сырья.

Предлагаемые в технологическом регламенте решения должны обеспечивать:

- a) внедрение новейших достижений науки и техники в области, предлагаемой технологии производства;
- b) механизацию и автоматизацию производственных процессов;
- c) высокое качество продукции;
- d) комплексное и рациональное использование природных ресурсов;
- e) снижение трудоемкости, материало- и энергоемкости производства;
- f) охрану окружающей среды от загрязнения и утилизацию отходов производства;
- g) безопасные условия труда;
- h) высокие технико-экономические показатели производства.

Для проектирования обогатительной фабрики необходимо иметь требуемый перечень данных по горной части проекта. Основными из них являются:

- a) производительность рудника по руде, календарный план отработки месторождения;
- b) данные по способу добычи руды и режиму работы рудника;
- c) режим подачи руды на фабрику, вид транспортных средств, гранулометрический и химический состав руды, подаваемой на фабрику.

Выбор площадки строительства производится в соответствии с основанием земельного и водного законодательства республики с учетом районной планировки и других региональных схем развития. При выборе площадки для строительства объекта необходимо иметь и учитывать экономические данные о районе строительства. Эти данные должны включать:

- 1) сведения о ближайших населенных пунктах;
- 2) наличие близкорасположенных промышленных и сельскохозяйственных объектов;
- 3) наличие свободных трудовых ресурсов;
- 4) транспортные условия;
- 5) расстояние до близлежащих железно- дорожных станций, крупных автомобильных магистралей;
- 6) сведения по источникам тепла;
- 7) сведения по источнику энергоснабжения, его характеристике, техническим условиям на присоединение к энергосистеме района;
- 8) источники водоснабжения.

Решающими факторами при выборе конкретной площадки для строительства обогатительной фабрики являются:

- 1) транспорт руды, концентрата и отвальных продуктов обогащения;
- 2) источники водоснабжения и энергоснабжения;
- 3) инженерно-геологические условия;
- 4) размещение хвосто- и шламохранилищ;
- 5) охрана окружающей среды.

2.3 Отходы производства

Отходами производства обогатительной фабрики являются:

- галитовый отвал;
- глинисто-солевой шлам;
- выбросы в атмосферу.

Хвосты сильвиновой флотации после фильтрования на ленточных вакуум-фильтрах системой конвейеров транспортируются на солеотвал.

Глинисто-солевые шламы из зумпфа поз.26-2 насосами перекачиваются на шламохранилище.

Отходящие дымовые сушильного отделения и котельного цеха выбрасываются в атмосферу.

2.3.1 Сточные воды

Переливы, смывы с полов и так далее на нулевой отметке главного корпуса собираются в сгуститель поз.76а и возвращаются в процесс. Стоки –15 отметки перекачиваются в шламовые сгустители. Таким образом, главный корпус сточных вод не имеет.

Раствор после мокрой стадии пылегазоочистки сушильного отделения поступает в зумпф поз.26-2 главного корпуса, откуда откачивается совместно с отвальными шламами на шламохранилище. Смывы с полов реагентного отделения откачиваются также в поз.26-2 главного корпуса.

2.3.2 Солеотвал

Площадь на которой производится складирование галитовых отходов, расположена в 1,8 км от промплощадки рудоуправления и составляет 138,2 га. Площадка солеотвала оконтурена рассолосборной канавой. Поступающие из под солеотвала, рассолы собираются в рассолосборник № 3. Из рассолосборника рассолы перекачиваются станцией в шламохранилище. В качестве противо-

фильтрационного экрана солеотвала служит полиэтиленовая пленка. В настоящее время площадь, заскладированная солевыми отходами, составляет 105,6 га при максимальной высоте складирования 101 м. Проектом предусмотрена отсыпка солеотвала с предельной высотой 110 м. Угол естественного откоса при отсыпке принимается 38°С.

Для предотвращения образования сдвига почвы рекомендуется начинать отсыпку отходов по всему радиусу с минимальным движением телескопического перегружателя ПЛТ-1000.

2.3.3 Шламохранилище

Перекачка пульпы на шламохранилище осуществляется по одному шламопроводу, имеющему одну рабочую и одну резервную нитку. В состав системы шламохранилища входят следующие сооружения: насосная станция перекачки шламов, шламопровод, ограждающие дамбы, отводящие каналы атмосферных осадков и рассолосборники от солеотвала. В состав сооружений системы гидравлической укладки шламов входят: насыпная дамба, водоприемные и водосборные сооружения, дренажные устройства и аварийные спуски шламов. В состав системы оборота осветленной воды (рассола) входят: насосные станции оборота рассола, магистральные водоводы оборота рассола.

2.3.4 Выбросы в атмосферу

Система пылегазоочистки сушильных агрегатов представлена тремя стадиями: две стадии сухой очистки и одна стадия – мокрой. Первая стадия пылегазоочистки аппаратов КС-3, КС-4, КС-5 осуществляется в инерционном продуктоуловителе поз.24. Вторая стадия очистки проходит в циклонах ЛИОТ со вставками поз.25 и каплеуловителях поз.27.

Первая стадия пылегазоочистки дымовых газов сушильных аппаратов КС-1, КС-2 осуществляется в циклонах ЛИОТ поз.13 диаметром 3400 мм со вставка-

заказать компетентное выполнение курсовой работы на <https://diplom-berezniki.ru> ми в верхней части, выполненными из листов стали и расположенных ступенчато по окружности, с зазорами для прохода газов. Мокрая стадия представлена трубами Вентури поз.16 с каплеуловителями поз.17.

2.3.5 Охрана окружающей среды в ОАО «Уралкалий»

Производственная деятельность Общества не возможна без потребления значительных объемов свежей воды и сброса сточных вод, выбросов в атмосферу загрязняющих веществ и размещение отходов в окружающей среде. Основным направлением природоохранной деятельности предприятия является снижения уровня негативного влияния на окружающую природную среду.

В 2000 году выполнено 18 природоохранных мероприятий, из них по охране водного бассейна - 8, по охране атмосферы - 4, по использованию отходов - 3, мероприятия общего характера - 3.

Наиболее крупные из выполненных мероприятий: комплекс гидрозакладки на БКРУ-1; гидрозакладка солевых отходов в рудник на БКРУ-2 (35 359 тыс. руб.); строительство подземного шламохранилища (10 719 тыс. руб.) и комплекс сооружений по закладке галитовых отходов в горные выработки (26 983 тыс. руб.) на БКРУ-4.

СП «БКРУ-1» закладывает сегодня столько же отходов производства, сколько добывает руды. Такие темпы закладки позволят ликвидировать все пустоты под жилой и промышленной застройкой к 2010 году. Закладочные работы ведутся в основном за счет средств предприятия. Это увеличивает себестоимость продукции, снижает прибыль и рентабельность предприятия, но «Уралкалий» сознательно идет на эти издержки, понимая значимость решения проблемы для города.

3. Термодинамический и кинетический анализ

3.1 Термодинамический анализ возможности элементарного акта флотации

Согласно второму закону термодинамики элементарный акт флотации возможен, если энергия Гиббса поверхности до закрепления частицы на пузырьке больше энергии Гиббса поверхности после закрепления частицы на пузырьке.

Запас свободной энергии системы до прилипания к пузырьку:

$$G = \sigma \cdot S$$

До закрепления частицы:

$$G_1 = \sigma_{ж-г} \cdot S_{ж-г} + \sigma_{тв-ж} \cdot S_{тв-ж}$$

где: S – площадь межфазного контакта;

σ – поверхностное натяжение

После прилипания:

$$G_2 = \sigma_{ж-г} \cdot (S_{ж-г} - 1) + \sigma_{тв-ж} \cdot (S_{тв-ж} - 1) + 1 \cdot \sigma_{тв-г}$$

Тогда изменение энергии Гиббса при элементарном акте флотации:

$$\Delta G = G_1 - G_2 = G_{ж-г} + G_{ж-тв} - G_{тв-г} > 0$$

Согласно правилу Неймана:

$$\sigma_{тв-г} = \sigma_{тв-ж} + \sigma_{ж-г} \cdot \cos \theta$$

$$\Delta G = \sigma_{ж-г} \cdot (1 - \cos \theta), \text{ где } \theta - \text{краевой угол смачивания}$$

Изменение поверхностной энергии системы при элементарном акте флотации, отнесенная к единице площади контакта г-тв, называется показателем флотируемости.

3.2 Силовая трактовка флотации

Для осуществления пенной флотации необходимо турбулентное движение суспензии, т.к. при ламинарном движении частицы оседают на дно флотомашины. Под влиянием центробежных сил пузырьки воздуха ($\rho_{\text{воз}} < \rho_{\text{ж.ф.}}$) будут двигаться от периферии вихря к его центру и одновременно всплывать. Частицы минералов ($\rho_{\text{мин}} > \rho_{\text{ж.ф.}}$) будут двигаться от центра вихря к его периферии и одновременно тонуть под воздействием силы тяжести.

Отрывают частицы от пузырька следующие силы:

1) центробежная сила

$F_i = m \cdot I = V \cdot \rho_{\text{тв}} \cdot I$, где I – ускорение относительно частицы по пузырьку в зоне перемешивания

$I > g$ в 30-50 раз

2) сила давления воздуха на верхнюю грань частицы

$F_v = f \cdot P_v$, где f – площадь контакта газ-тв, принимаемая равной сечению частицы

P_v – удельное давление воздуха внутри пузырька

F_v состоит из 2-х составляющих:

- дополнительное давление суспензии на пузырек – возникает при движении пузырька в суспензии (сила лобового сопротивления);
- дополнительное капиллярное давление (уравнение Лапласа $\Delta P = 2\sigma/r$)

Отрыву частицы препятствуют:

1) флотационная сила – вертикальная составляющая сил поверхностного натяжения на границе раздела г-ж, приложенная к частице по всему периметру смачивания

$F_f = \Pi \cdot \sigma_{\text{ж-г}} \cdot \sin \gamma$, где Π – периметр смачивания;

$\sin \gamma$ – гистерезисный краевой угол в момент

отрыва частицы (замедление в установлении считают равным равновесному)

2) сила давления суспензии на нижнюю грань частицы

$F_H = f \cdot P_H$, где P_H – удельное давление суспензии на нижнюю грань частицы

В момент равновесия:

$$F_{\phi} + F_H = F_i + F_B$$

3.3 Максимальный размер частицы, флотирующей при пенной флотации

Если плотность частицы значительно отличается от плотности жидкости, то из всех сил, действующих на частицу в момент равновесия решающее значение имеют флотационная и центробежная силы.

$$F_{\phi} = F_i$$

$$\Pi \cdot \sigma_{ж-г} \cdot \sin \gamma = V \cdot \rho_{тв} \cdot I$$

Для частицы кубической формы $V = d_{\max}^3$; $\Pi = 4 \cdot d_{\max}$

$$d_{\max} = \sqrt{\frac{4 \cdot \sigma_{ж-г} \cdot \sin \Theta}{\rho_{тв} \cdot i}}$$

Наиболее эффективно (с наибольшей скоростью и наименьшим расходом флотореагентов) флотируются частицы 20÷100 мкм.

3.4 Необходимый размер пузырьков при пенной флотации

Для интенсификации процесса флотации необходимо иметь большую поверхность газ-жидкость, на которой происходит закрепление минералов. Величина этой поверхности определяется:

1. Количеством воздуха, проходящего через флотационную камеру за единицу времени
2. Средним диаметром пузырьков

Необходимый размер пузырьков при пенной флотации должен удовлетворять следующим условиям:

- 1) Подъемная сила F_a минерализованного пузырька объемом V_p должна быть больше сил инерции F_i , противодействующих подъему
- 2) Плотность пузырька ρ_p (с частицей) должна быть меньше плотности суспензии $\rho_{ж}$, т.к. иначе он не будет всплывать
- 3) Скорость подъема минерализованных пузырьков должна быть оптимальной

При скорости меньше оптимальной, пузырек не успевает всплывать на поверхность суспензии и будет переходить с ней из одной камеры в другую и уходить в хвосты. Увеличение скорости минерализованных пузырьков связано с уменьшением поверхности газ-жидкость и вероятности флотации.

Наименьший размер транспортируемых пузырьков должен быть не менее 0,8 мм. По данным практики для механических флотомашин наибольшее число пузырьков имеет крупность $0,8 \div 1,3$ мм.

3.5 Вероятность флотации

Вероятность флотации (φ)

$$\varphi = \varphi_{\text{стол}} \cdot \varphi_{\text{закр}} \cdot \varphi_{\text{сохр}} \cdot \varphi_{\text{удерж}}$$

- 1) $\varphi_{\text{стол}}$ зависит от типа флотомашин и режима её работы, от объёма и метода диспергирования, засасывания воздуха и от условий перемешивания суспензии
- 2) $\varphi_{\text{закр}}$ зависит от гидродинамических параметров процесса (скорость, размер пузырька и частицы, времени контакта при соударении) и от свойств поверхности, для регулирования которых используются флотореагенты
- 3) $\varphi_{\text{сохр}}$ зависит от прочности прилипания и от условий всплывания минерализованных пузырьков в суспензии

Для повышения вероятности закрепившихся частиц необходимо:

- применение флотореагентов, обеспечивающих гидрофобизацию частицы;
- более полное устранение потоков суспензии в зоне всплывания пузырьков и обеспечение их всплывания в восходящих потоках, близких к ламинарному

4) значение $\varphi_{\text{удер}}$ повысится при:

- уменьшении турбулентности потоков суспензии в предпенном слое;
- увеличении скорости и полноты удаления пены;
- увеличении количества подаваемого во флотомашину воздуха при высокой степени дисперсности.

3.6 Кинетика процесса флотации

Флотация состоит из стадий:

- 1) Диффузия в растворе и селективная адсорбция коллектора на поверхности флотируемого минерала
- 2) Образование воздушного пузырька и адсорбция пенообразователя на его поверхности
- 3) Образование комплекса "пузырек - частица"
- 4) Всплывание минерализованных пузырьков
- 5) Разрушение пены и выделение флотоконцентрата

Определяющая стадия - образование комплекса "пузырек - частица", включает в себя следующие этапы:

- сближение минерализованной частицы с пузырьком;
- разрыв промежуточного гидратного слоя (лимитирующая стадия);
- закрепление частицы на пузырьке

Наименьший диаметр частицы, соприкосновение которой с пузырьком возможно с помощью сил инерции определяется по уравнению Дерягина - Духина:

$$d_{\min} = 1,2 \cdot 10^{-3} \cdot D^{-0,5} \cdot (\rho_{\text{ТВ}} - \rho_0)^{-0,5}, \text{ где}$$

D – средний диаметр пузырька воздуха, м;

$\rho_{\text{ТВ}}$ – плотность частиц сильвина (1950 кг/м³);

ρ_0 – плотность воды (1000 кг/м³)

Скорость флотационного процесса характеризуется зависимостью извлечения флотируемого минерала от времени dE/dt и зависит от свойств флотируемого минерала, условий флотации и от степени аэрации.

3.7 Расчет диаметра пузырька воздуха

Крупность зерен сильвина: 0,5 мм; 0,6 мм; 0,7 мм; 0,8 мм; 0,9 мм; 1,0 мм.

При вязком (стоковском) режиме обтекания пузырька $K \sim 1,214$.

Расчет эффекта зацепления:

$$E = \frac{K}{(K + 0,5)^2}; \text{ где } K - \text{ число Стокса, при вязком стоковском режиме}$$

обтекания пузырька $K \approx 1,214$

$$E = \frac{1,214}{(1,214 + 0,5)^2} = 0,413$$

Из формулы: $E = \frac{3}{2} \left(\frac{d}{D} \right)^2$, где d – диаметр частицы сильвина, мм;

D – диаметр пузырька воздуха, мм

$$D = \frac{d}{\sqrt{E \frac{2}{3}}}$$

Рассчитаем диаметр пузырьков воздуха для всех диаметров частиц:

1) При $d = 0,5$ мм $D = \frac{0,5}{\sqrt{0,413 \frac{2}{3}}} = 0,95$ мм;

2) При $d = 0,6$ мм $D = \frac{0,6}{\sqrt{0,413 \frac{2}{3}}} = 1,14$ мм;

3) При $d = 0,7$ мм $D = \frac{0,7}{\sqrt{0,413 \frac{2}{3}}} = 1,33$ мм;

4) При $d = 0,8$ мм $D = \frac{0,8}{\sqrt{0,413 \frac{2}{3}}} = 1,52$ мм;

5) При $d = 0,9$ мм $D = \frac{0,9}{\sqrt{0,413 \frac{2}{3}}} = 1,72$ мм;

6) При $d = 1,0$ мм $D = \frac{1,0}{\sqrt{0,413 \frac{2}{3}}} = 1,91$ мм.

Найдем средний диаметр пузырька:

$$D_{cp} = (0,95 + 1,14 + 1,33 + 1,52 + 1,72 + 1,91) / 6 = 1,43 \text{ мм.}$$

Найдем наименьший диаметр флотируемой частицы по уравнению

Дерягина-Духина:

$$d_{min} = 1,2 \cdot 10^{-3} \cdot D^{-0,5} \cdot (\rho_{ТВ} - \rho_0)^{-0,5}, \text{ где}$$

D – средний диаметр пузырька воздуха, м;

$\rho_{ТВ}$ – плотность частиц сильвина (1950 кг/м^3);

ρ_0 – плотность воды (1000 кг/м^3)

$$d_{min} = 1,2 \cdot 10^{-3} \cdot 0,00143^{-0,5} \cdot (1950 - 1000)^{-0,5} = 0,03 \cdot 10^{-3} \text{ м (0,03 мм)}$$

3.8 Расчет скорости всплывания пузырька

При 21°C : плотность суспензии $\rho_{ТВ} = 1234 \text{ кг/м}^3$;

кинематическая вязкость суспензии $\nu = 1,53 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2/\text{с}$;

плотность воздуха $\rho_0 = 1,29 \text{ кг/м}^3$;

динамическая вязкость суспензии

$$\eta = \nu \cdot \rho_{\text{ТВ}} = 1,53 \cdot 10^{-3} \cdot 1234 = 1,889 \cdot 10^{-3} \text{ кг/м}\cdot\text{с}$$

Скорость всплывания пузырьков рассчитывается по формуле:

$$U = g \frac{1}{9} \cdot \frac{R^2 \cdot (\rho_{\text{ТВ}} - \rho_0)}{\eta}, \text{ где}$$

g – ускорение силы тяжести ($9,81 \text{ м/с}^2$);

R – радиус пузырька, м

1) При $R_1 = \frac{D_1}{2} = \frac{0,95}{2} = 0,475 \text{ мм}$

$$U = 9,81 \cdot \frac{1}{9} \cdot \frac{0,000475^2 \cdot (1950 - 1,29)}{1,889 \cdot 10^{-3}} = 0,16 \text{ м/с};$$

2) При $R_2 = \frac{D_2}{2} = \frac{1,14}{2} = 0,57 \text{ мм}$

$$U = 9,81 \cdot \frac{1}{9} \cdot \frac{0,00057^2 \cdot (1950 - 1,29)}{1,889 \cdot 10^{-3}} = 0,23 \text{ м/с};$$

3) При $R_3 = \frac{D_3}{2} = \frac{1,33}{2} = 0,665 \text{ мм}$

$$U = 9,81 \cdot \frac{1}{9} \cdot \frac{0,000665^2 \cdot (1950 - 1,29)}{1,889 \cdot 10^{-3}} = 0,31 \text{ м/с};$$

4) При $R_4 = \frac{D_4}{2} = \frac{1,52}{2} = 0,76 \text{ мм}$

$$U = 9,81 \cdot \frac{1}{9} \cdot \frac{0,00076^2 \cdot (1950 - 1,29)}{1,889 \cdot 10^{-3}} = 0,41 \text{ м/с};$$

5) При $R_5 = \frac{D_5}{2} = \frac{1,72}{2} = 0,86 \text{ мм}$

$$U = 9,81 \cdot \frac{1}{9} \cdot \frac{0,00086^2 \cdot (1950 - 1,29)}{1,889 \cdot 10^{-3}} = 0,53 \text{ м/с};$$

6) При $R_6 = \frac{D_6}{2} = \frac{1,91}{2} = 0,955 \text{ мм}$

$$U = 9,81 \cdot \frac{1}{9} \cdot \frac{0,000955^2 \cdot (1950 - 1,29)}{1,889 \cdot 10^{-3}} = 0,65 \text{ м/с}$$

Средняя скорость всплывания пузырьков:

$$U_{\text{cp}} = (0,16+0,23+0,31+0,41+0,53+0,65)/6 = 0,38 \text{ м/с}$$

4. Технологическая схема производства

4.1 Отделение измельчения

Из бункеров поз.1 руда через разгрузочные точки подается на конвейеры поз.9 (2 конвейера). Нагрузка по руде контролируется конвейерными весами поз.10. Далее руда поступает на верхние сита поз.11-1К каскадов дуговых сит предварительной классификации исходной руды, надрешетный продукт которых направляется на нижние сита поз.11-2К. Дальше продукт сит крупностью более 0,8 мм транспортируется самотеком в стержневую мельницу поз.15. Для создания плотности пульпы в пределах Ж:Т (1,0-1,2) в питание сит предварительной классификации подается:

- а) в верхние сита поз.11-1К – сгущенный продукт сгустителей поз.51 и оборотный маточный раствор;
- б) в нижние сита поз.11-2К – оборотный маточный раствор.

Мельница поз.15 работает в замкнутом цикле с каскадом дуговых сит поверочной классификации руды, осуществляющим возврат крупных фракций в мельницу на доизмельчение. Слив мельницы самотеком поступает в зумпф поз.17, откуда насосами перекачивается на сита поз.14-1К, надрешетный продукт которых проходит контрольную классификацию на нижние сита поз.14-2К крупностью более 0,8 мм возвращается самотеком на доизмельчение в мельницу. Для поддержания необходимой плотности питания сит в пределах Ж:Т (1-1,2) предусмотрена подача оборотного маточного раствора в зумпф поз.17 и в подрешетный желоб сит поз.14-1К, 14-2К. Подрешетные продукты каскадов сит предварительной и поверочной классификации самотеком поступают в мешалку поз.12, куда перекачиваются также разгрузка сгустителя сточных вод поз.76. Из мешалки пульпа насосами направляется в узел обесшламливания. В операциях поверочной и предварительной классификации установлено по 4 сита (2 - в работе, 2 - в резерве). Классифицирующей поверхностью дуговых сит является шпальтовая решетка с шириной щели (1,4-1,6) мм. Классификация осуществляется по классу 0,8 мм. Шпальтовая решетка устанавливается с ра-

диусом кривизны 1,5 мм (площадь просеивающей поверхности 2,1 м²). Надрешетные продукты каскадов сит предварительной и поверочной классификаций, разбавленные обратным маточным раствором до плотности Ж:Т (0,9-1,1), измельчаются в стержневой мельнице поз.15.

4.2 Отделение обесшламливания

Обесшламливание сильвинитовой пульпы осуществляется по комбинированной схеме, в которой сочетаются механические и флотационные способы очистки пульпы от глинисто-карбонатных минералов. Механическое обесшламливание пульпы включает 3 стадии. Первая стадия производится в гидроциклонах диаметром 750 мм. Сильвинитовая пульпа с плотностью Ж:Т (2,6-3,5) из мешалки поз.12 насосами подается на гидроциклоны поз.18. На каждой секции установлены 6 гидроциклонов (3 - в работе, 3 - в резерве). Давление пульпы на входе в гидроциклоны должно поддерживаться в пределах (0,08-0,12) МПа. Разделение в гидроциклонах происходит по классу крупности 0,2 мм. Пески гидроциклонов поз.18 с плотностью Ж:Т (1.0-1.3) через трехструйный пульподелитель поз.27 подаются на вторую стадию обесшламливания в дешламаторы поз.19 ДСВ-6.3. В питание дешламаторов подается водный раствор ПАА. Для обеспечения оптимальных условий работы дешламаторов в аэраторы последних должен подаваться обратный маточный раствор с расходом, обеспеченным плотностью разгрузки дешламаторов не менее Ж:Т=2,2. Пенный продукт дешламаторов поз.19 1, 2, 3 секций поступает в зумпф поз.20. Откуда насосами через пульподелитель распределяется по колонным машинам поз.21 1, 2, 3 секций. Разгрузка дешламатора в зумпфе поз.23 разбавляется маточным раствором и насосом перекачивается на третью стадию механического обесшламливания в гидроциклоны поз.43, на которой установлено по 12 гидроциклонов диаметром 500 мм на каждой секции (6 - в работе, 6 - в резерве). Давление пульпы на входе в гидроциклоны должно поддерживаться в пределах (0,08-0,12)МПа при плотности пульпы питания не менее Ж:Т=3,5. Пески гидроциклонов с плотностью Ж:Т (0,5-0,6) совместно с камерным продуктом с плотностью не менее Ж:Т=4,5

заказать компетентное выполнение курсовой работы на <https://diplom-berezniki.ru>

подвергаются процессу флотационного обесшламливания в восьмикамерной машине ФМ-6.3КС поз.45, оснащенной пеногонами. В питание шламовой флотации для флокуляции шламов подается водный раствор ПАА, а в качестве реагента – собирателя шламов используется оксиэтилированные жирные кислоты (ОЖК). Плотность питания шламовой флотации поз.45 изменяется в пределах $Ж:Т=(2,5-2,7)$. Камерный продукт флотомашин самотеком поступает в зумпф поз.24. Пенные продукты шламовой флотации поз.44, 45 совместно со шламовыми продуктами механического обесшламливания (сливы поз.18, 19, 43) перемещаются в колонные машины МПСГ поз.21. На каждой секции установлено по 2 машины МПСГ, питание в которые распределяется через пульподелители. Для интенсификации процесса в питание машин МПСГ (слив поз.18) подается флокулянт – водный раствор ПАА. Плотность питания колонной машины изменяется в пределах $Ж:Т=(10-21)$. Пенный продукт колонных машин МПСГ поз.21 с плотностью $Ж:Т=(4-10)$ самотеком поступает через пульподелитель в сгустители шламов поз.25-1. Камерный продукт колонных машин с плотностью не менее $Ж:Т=26$ самотеком направляется в сгуститель поз. Сгущенный продукт указанных сгустителей с плотностью не менее $Ж:Т=6$ насосами подается посекционно на шламовую флотацию в четырехкамерную флотационную машину ФМ-6.3КС поз.44, оснащенную пеногонами. Перед поступлением на шламовую флотацию пульпа обрабатывается водным раствором ПАА. Пенный продукт флотомашин поз.44 возвращается в колонные машины поз.21, а камерный продукт поступает на перечистку в поз.45.

4.3 Отделение флотации

После обесшламливания сильвинитовая пульпа из зумпфа поз.24 насосом перекачивается на дуговые сита поз.48 (по 2 сита на секцию, без резерва). На ситах этой позиции используется шпальтовая сетка с шириной щели $(1.2\div 1.4)$ мм. Надрешетный продукт, представляющий собой закрупненную часть сильвинитовой пульпы, самотеком поступает на кондиционирование с реагентами в барабанный кондиционер поз.28. Плотность

надр□□□□□□□□@□□□□□□□□@□□□□□□□□@□t□zP`jZ`rR\@□□
 □□□□□□□□@□□□□□□□□□□□□@□□□□□@□□□□□□□□□□@□□
 □□□□□X@□@□□□□□□□@□□□□□□\@□□@□□□□□□□@□□□□□□@
 □□□□□□@□□□□□@□□□□□□□□□□@□□□□□□□□@□□□□□□□□
 @□@□□□□@□□□□□@□@□□□□□□□@□□□□@bXd@□□X@□□□@□□
 □□□□□□□□□□□□@□□□□□□□□@□□□□□□@□□□□□□ЗЎ и обез-

воживания. В кондиционер поз.28 подается эмульсия аполярного реагента в водном растворе амина. В подрешетный продукт дуговых сит поз.48 предусмотрена подача депрессора. Основной поток подрешетного продукта сит поз.48 самотеком направляется в пульподелитель поз.29, а часть продукта отсекается в разгрузочный желоб барабанного кондиционера для улучшения транспортировки обработанной реагентами разгрузки. Продукты барабанного кондиционера также поступают в пульподелитель поз.29, который распределяет поток пульпы по двум плечам сильвиновой флотации поз.46. Основная сильвиновая флотация осуществляется в двух параллельно - подключенных флотомашинах ФМ-6.3КС поз.46 (на 1 и 2 секциях установлены шести- и восьмикамерные машины, на 3 – две семикамерные). Массовая доля в твердой фазе питания сильвиновой флотации в пересчете на твердое должна находиться в пределах:

- КС1 – (30-40)%
- Н.О.- не более 1.4%.

Плотность питания основной сильвиновой флотации составляет $Ж:Т=(2,5-2,8)$. В приемный карман первой камеры каждого плеча основной сильвиновой флотации поз.46 подается водный раствор амина. В качестве вспенивателя применяется оксаль, дозируемый в водный раствор амина и эмульсию аполярного реагента в амине в процессе приготовления реагентов. Хвосты с машин поз.46 направляются на обезвоживание. Черновой концентрат сильвиновой флотации с плотностью $Ж:Т=(2,0-2,6)$ подается на классификацию на дуговые сита поз.49 с шириной щели 1,2 мм. Надрешетный продукт сит поз.49 с плотностью $Ж:Т=(0,8-1,0)$ проходит стадию выщелачивания в контактирующем аппарате поз.30, куда в качестве выщелачивающего агента подается

вода. Подрешетный продукт сит поз.49 самотеком поступает на трехстадийную перечистку концентрата. На первой перечистке используется четырехкамерная флотомашина ФМ-6.3КС, на второй и третьей перечистных операциях установлены трехкамерные флотомшины ФМ-6.3КС поз.47. Все машины этого передела оснащены двухлопастными пеногонами. Пенный продукт первой перечистной операции поступает на вторую, пенный продукт второй перечистки в голову третьей. Плотность питания каждой перечистки должна поддерживаться в пределах $Ж:Т=(3,0-4,0)$. Камерные продукты второй и третьей перечистных операций самотеком направляются в сгуститель промпродуктов поз.51-1. Промпродукты первой перечистки возвращаются в поз.17. Промпродукты сильвиновой флотации четвертой секции сгущаются совместно с камерным продуктом колонных машин в сгустителе поз.73а. Разгрузки промпродуктовых сгустителей поз.51-1 возвращаются насосами в голову процесса и через пульподелитель распределяются на сита поз.11-1К. Плотность концентрата первой перечистки изменяется в пределах $Ж:Т=(1,3-1,5)$, а концентрата второй перечистки $Ж:Т=(1,1-1,3)$. Концентрат третьей перечистки с плотностью $Ж:Т=(0,9-1,1)$ самотеком поступает в мешалку поз.94 и затем обезвоживается на центрифугах поз.95.

4.4 Отделение обезвоживания концентрата и хвостов

Фильтрование концентрата третьей перечистки производится на центрифугах типа Simens и SVS 1400*1800 и ленточных вакуум-фильтрах поз.37 (2 вакуум-фильтра). Фугат центрифуг и фильтрат концентрированных вакуум-фильтров поз.37 собираются в зумпф поз.22-3, а затем перекачиваются в зумпф поз.17-5, куда подаются смыв с поддонов вакуум-фильтров поз.37 и оборотный маточный раствор, которым регулируется уровень в зумпфе для равномерной откачки. Имеется возможность подать пульпу концентрата поз.94 в зумпф поз.17-5. Пульпа из зумпфа поз.17-5 насосами подается на обезвоживание в гидроциклоны типа ГЦ-50 поз.36 (3 - в работе, 3 - в резерве). Слив гидроциклонов поз.36 через пульподелитель поз.34 распределяется по промпродуктовым

заказать компетентное выполнение курсовой работы на <https://diplom-berezniki.ru>

сгустителям поз.51 (часть слива из поз.34 может переливаться на пол и собираться совместно со сточными водами в сгуститель сточных вод поз.76). Пески гидроциклонов поз.36 возвращаются в операцию обезвоживания на вакуум-фильтры поз.37. С целью интенсификации фильтрования концентрата на ленточных вакуум-фильтрах установлены паровые камеры. Расход пара не более 4 кг на 1 т . отфильтрованного осадка, толщина слоя осадка на фильтрах (3-8) см при удельной производительности (2-5) т/м²*ч. Вакуумметрическое давление (0,04-(0,06)) Мпа. Предусмотрена аварийная подача фугата центрифуг и слива гидроциклонов поз.36 в сгуститель поз.76. Обезвоженный на центрифугах концентрат с массовой долей влаги не более 6,0% конвейером поз.96 транспортируется в сушильное отделение. Закрупненная часть концентрата после выщелачивания в мешалке поз.30 направляется в семиструйный пульподелитель поз.35 и распределяется по ленточным вакуум-фильтрам поз.37 типа VF-10. Предусмотрена подача крупненного сильвина из мешалки поз.30 в мешалку поз.94 2 и 3 секций через пульподелитель поз.35, в который могут подаваться пески гидроциклонов поз.36. Обезвоженный на ленточных вакуум-фильтрах поз.37 концентрат с массовой долей влаги не более 7% конвейером поз.40 транспортируется в отделение сушки. Фильтрат вакуум-фильтров поз.37 через ресивер поз.38, ловушку поз.39 и гидрозатвор поз.38а поступает в зумпф поз.17-5, из которого пульпа перекачивается на гидроциклоны поз.36. Хвосты флотомашин поз.46 (камерный продукт) самотеком направляется в зумпф поз.54. В этот же зумпф поступает разгрузка сгустителя поз.53. Из зумпфа поз.54 пульпа хвостов насосами подается на предварительное сгущение в гидроциклоны поз.65 типа ГЦ-50. На секцию установлены 2 батареи по 4 гидроциклона (4 - в работе, 4 - в резерве). Слив гидроциклонов самотеком поступает в сгустители типа Ц-10 поз.53. На каждую из 1-3 секций установлен один сгуститель, слив хвостовых гидроциклонов 4 секции распределяется между сгустителями поз.53. Пески гидроциклонов поз.65 с плотностью Ж:Т=(0,4-0,8) обезвоживаются на ленточных вакуум-фильтрах поз.66 типа VF-10. На всю фабрику установлено 9 фильтров. Обезвоженные хвосты с массовой долей воды не более 9% конвейером

поз.59 транспортируется на солеотвал. Фильтрат вакуум-фильтров поз.66 через ресивер поз.67, ловушку поз.68 и гидрозатвор поз.68а поступает самотеком в сгуститель типа П-30 поз.76, куда также заведен слив хвостовых сгустителей поз.53. Смыв с поддонов фильтров поз.66 поступает в зумпф поз.54.

4.5 Отделение сгущения продуктов обогащения

Сгущение пенного продукта колонных машин МПСГ поз.21 (глинистые шламы) осуществляется в сгустителях типа П-30 поз.25-1 (2 сгустителя на всю фабрику) туда же подается насосом разгрузка сгустителя поз.76 (солевые шламы) и сточные воды отделения сгущения. Пульпа шламов распределяется в сгустители посредством пульподелителя. Плотность разгрузки сгустителя поз.76 изменяется в пределах $Ж:Т=(15-30)$. Для интенсификации процесса сгущения в питание сгустителей подается флокулянт - водный раствор ПАА. Разгрузки шламовых сгустителей самотеком поступают в зумпф поз.26-2 куда так же подаются пенные продукты сгустителей поз.25-1. Плотность отвальных шламов в зумпфе поз.26-2 должна быть не менее $Ж:Т=3,5$. Массовая доля в твердой фазе отвальных шламов в пересчете на твердое:

- КС1 не более 20.5%;
- Н.О. не менее 61.3%.

Или по результатам химического анализа:

- КС1 не более 20.5%;
- Н.О. не менее 54.4%.

Для улучшения условий транспортировки, шламы в зумпфе поз.26-1 разбавляются сточными водами реагентного отделения, стоками сушильного отделения, стоками КОУ, а также обратным рассолом со шламохранилища до плотности $Ж:Т=(6-8)$ и откачиваются на шламохранилище. Сгущение промпродуктов 2 и 3 перечистных операций сильвиновой флотации осуществляется в сгустителях типа П-18 поз.51-1, с 4 секции- в сгуститель поз.73а. В эти же позиции подается слив гидроциклонов поз.36. Слив хвостовых сгустителей поз.53 проходит кон-

трольную стадию осветления в сгустителе поз.76, куда предусмотрена подача флокулянта - водного раствора ПАА. Разгрузка хвостовых сгустителей поз.53 с плотностью Ж:Т=(0,7-2,0) самотеком поступает в зумпф поз.54. Стоки нулевой отметки собираются в зумпфе поз.72, откуда откачиваются в сгуститель поз.76 туда же в аварийных случаях предусмотрена подача слива гидроциклонов поз.36 и фугата центрифуг. В питание сгустителя поз.76 подается водный раствор ПАА. Разгрузка сгустителя поз.76 направляется в зумпф поз.12. Промпродукты колонных машин поз.21 1, 2, 3, 4 секций сгущаются соответственно в сгустителях поз.73, 25-3, 79, 73а. Разгрузка указанных сгустителей с плотностью не менее Ж:Т=6 посекционно насосами подается на шламовую флотацию поз.44. Сливы всех сгустителей поз.53 собираются в сборные баки оборотного маточного раствора, откуда насосами распределяется по технологическим секциям. Под оборотный маточный раствор задействован также сгуститель поз.79а.

5. Материальный баланс

Основные формулы для расчета:

1) Извлечение ценного компонента – это отношение количества ценного компонента в продукте к количеству ценного компонента в руде, показывает степень перехода из руды продукт E (%)

$$E = \frac{\beta \cdot \gamma}{\alpha}, \text{ где}$$

β – содержание ценного компонента в продукте, %;

α – содержание ценного компонента в руде, %;

γ – выход продукта, %

2) Выход продукта – это отношение количества полученного продукта к количеству переработанного:

$$\gamma = \frac{Q_n}{Q_p} \cdot 100\%, \text{ где}$$

Q_n – количество продукта (руды), т/ч

$$\gamma = \gamma_1 + \gamma_2, \text{ где}$$

γ_1, γ_2 – выходы продуктов, получившихся в результате операции, %

$$\gamma \cdot \beta = \gamma_1 \cdot \beta_1 + \gamma_2 \cdot \beta_2, \text{ где}$$

β – содержание КС1 или н.о. в продукте, поступающем на операцию, %;

β_1, β_2 – содержание КС1 или н.о. в продуктах, получившихся после операции, %

$$\gamma \cdot m = \gamma_1 \cdot m_1 + \gamma_2 \cdot m_2, \text{ где}$$

m – соотношение ж/т в продукте, поступающем на операцию, весовые части;

m_1, m_2 – соотношение ж/т в продуктах, получившихся после операции, весовые части

$$\gamma_{\text{к от операции}} = \frac{\beta_{\text{исх}} - \beta_{\text{хв}}}{\beta_{\text{к}} - \beta_{\text{хв}}} \cdot 100\%, \text{ где}$$

$\gamma_{\text{к от операции}}$ – выход концентрата от операции (от 100%);

$\beta_{\text{исх}}$, $\beta_{\text{хв}}$, $\beta_{\text{к}}$ – содержание КСІ или н.о. в исходном продукте, хвостах и концентрате, %

4) Количество твердого в суспензии $Q_{\text{т}}$ (т/ч):

$$Q_{\text{т}} = \frac{\gamma \cdot Q_{\text{р}}}{100}, \text{ где}$$

$Q_{\text{р}}$ – нагрузка на секцию или количество руды, перерабатываемой в 1 час

5) Количество жидкой фазы в суспензии $Q_{\text{ж}}$ (т/ч):

$$Q_{\text{ж}} = Q_{\text{т}} \cdot m$$

6) Объем пульпы $V_{\text{п}}$ ($\text{м}^3/\text{ч}$):

$$V_{\text{п}} = \frac{Q_{\text{т}}}{1,95} + \frac{Q_{\text{ж}}}{1,234}, \text{ где}$$

1,95 и 1,234 – удельный вес твердой и жидкой фаз

Расчеты.

Принимаем нагрузку на секцию $Q_{\text{р}} = 235$ т/ч; $\alpha_{\text{КСІ}} = 32,1\%$; $\alpha_{\text{н.о.}} = 5,1\%$

5.1 Основная сильвиновая флотация

Питание: $\gamma = 99,1\%$;

$$\beta_{\text{КСІ}} = 32,5\%;$$

$$\beta_{\text{н.о.}} = 1,3\%;$$

$$m = 2,8$$

$$Q_{\text{т}} = \frac{235 \cdot 99,1}{100} = 232,9 \text{ т/ч}$$

$$Q_{\text{ж}} = 232,9 \cdot 2,8 = 652 \text{ т/ч}$$

$$V_{\text{п}} = \frac{232,9}{1,95} + \frac{652}{1,234} = 647,8 \text{ м}^3 / \text{ч}$$

$$E_{\text{КСІ}} = \frac{99,1 \cdot 32,5}{32,1} = 100,3\%$$

$$E_{\text{н.о.}} = \frac{99,1 \cdot 1,3}{5,1} = 25,2\%$$

Черновой концентрат: : $\beta_{KCl} = 81,4\%$;

$$\beta_{H.O.} = 0,75\%;$$

$$m = 2,5$$

Для хвостов $\beta_{KCl} = 3,2\%$ (регламент)

$$\gamma_{\text{от операции}}^{\text{к}} = \frac{32,5 - 3,2}{81,4 - 3,2} \cdot 100 = 37,5\%$$

Это от операции, а от руды 99,1 – 100 %

$$X - 37,5 \%$$

$$X = 37,2 \% - \gamma_{\text{кон}}$$

$$\gamma_2 = \gamma - \gamma_1 = 99,1 - 37,2 = 61,9 \% (\gamma_{\text{хв}})$$

$$Q_m = \frac{235 \cdot 37,2}{100} = 87,4 \text{ т/ч}$$

$$Q_{\text{ж}} = 87,4 \cdot 2,5 = 218,5 \text{ т/ч}$$

$$V_n = \frac{87,4}{1,95} + \frac{218,5}{1,234} = 221,8 \text{ м}^3 / \text{ч}$$

$$E_{KCl} = \frac{81,4 \cdot 37,2}{32,1} = 94,3\% \quad E_{H.O.} = \frac{0,75 \cdot 37,2}{5,1} = 5,5\%$$

ХВОСТЫ:

$$\gamma m = \gamma_1 m_1 + \gamma_2 m_2$$

$$99,1 \cdot 2,8 = 37,2 \cdot 2,5 + 61,9 \cdot m_2$$

$$277,5 = 93 + 61,9 \cdot m_2$$

$$m_2 = 2,9$$

$$\gamma \beta = \gamma_1 \beta_1 + \gamma_2 \beta_2$$

$$99,1 \cdot 1,3 = 37,2 \cdot 0,75 + 61,9 \cdot \beta_2$$

$$100,9 = 61,9 \cdot \beta_2$$

$$\beta_2 = 1,6$$

$$Q_m = \frac{235 \cdot 61,9}{100} = 145,5 \text{ т/ч}$$

$$Q_{\text{ж}} = 145,5 \cdot 2,9 = 422 \text{ т/ч}$$

$$V_n = \frac{145,5}{1,95} + \frac{422}{1,234} = 416,6 \text{ м}^3 / \text{ч}$$

$$E_{КСЛ} = \frac{61,9 \cdot 3,2}{32,1} = 6,2\%$$

$$E_{н.о.} = \frac{61,9 \cdot 1,6}{5,1} = 19,4\%$$

5.2 Классификация

Питание: $\gamma = 37,2\%$;

$$\beta_{КСЛ} = 81,4\%$$

$$\gamma = \gamma_1 + \gamma_2$$

$$\gamma \cdot \beta = \gamma_1 \cdot \beta_1 + \gamma_2 \cdot \beta_2$$

$$37,2 = \gamma_1 + \gamma_2$$

$$37,2 \cdot 81,4 = \gamma_1 \cdot 76,5 + \gamma_2 \cdot 92$$

$$\gamma_1 = 37,2 - \gamma_2$$

$$3028,1 = (37,2 - \gamma_2) \cdot 76,5 + \gamma_2 \cdot 92$$

$$182,3 = 15,5 \cdot \gamma_2$$

$$\gamma_2 = 11,7 \text{ (для надрешетки)}$$

$$\gamma_1 = 37,2 - \gamma_2 = 37,2 - 11,7 = 25,5 \text{ (для подрешетки)}$$

Подрешетка: $\beta_{КСЛ} = 76,5\%$;

$$\beta_{н.о.} = 0,8\%;$$

$$m = 3,3$$

$$Q_m = \frac{235 \cdot 25,5}{100} = 59,9 \text{ т/ч}$$

$$Q_{ж} = 59,9 \cdot 3,3 = 197,7 \text{ т/ч}$$

$$V_n = \frac{59,9}{1,95} + \frac{197,7}{1,234} = 190,7 \text{ м}^3 / \text{ч}$$

$$E_{КСЛ} = \frac{76,5 \cdot 25,5}{32,1} = 60,7\%$$

$$E_{н.о.} = \frac{25,5 \cdot 0,8}{5,1} = 4\%$$

5.3 Первая перечистка

Для концентрата: $\beta_{KCl} = 90\%$;

$$\beta_{н.о.} = 0,75\%;$$

$$m = 1,3$$

Для промпродукта: $\beta_{KCl} = 21\%$;

$$\beta_{н.о.} = 0,8\%;$$

$$\gamma_{к}^{от\ операции} = \frac{76,5 - 21}{90 - 21} \cdot 100 = 80,4\%$$

$$25,5 - 100\%$$

$$x - 80,4\%$$

$$x = 20,5\% \text{ (для концентрата)}$$

$$\gamma_2 = 25,5 - \gamma_1 = 25,5 - 11,7 = 5\% \text{ (для промпродукта)}$$

Концентрат

$$Q_m = \frac{235 \cdot 20,5}{100} = 48,1 \text{ т/ч}$$

$$Q_{ж} = 48,1 \cdot 1,3 = 62,5 \text{ т/ч}$$

$$V_n = \frac{48,1}{1,95} + \frac{62,5}{1,234} = 75,3 \text{ м}^3/\text{ч}$$

$$E_{KCl} = \frac{90 \cdot 20,5}{32,1} = 57,4\%$$

$$E_{н.о.} = \frac{20,5 \cdot 0,75}{5,1} = 3\%$$

Промпродукт

$$\gamma \cdot m = \gamma_1 \cdot m_1 + \gamma_2 \cdot m_2$$

$$m_2 = \frac{37,2 \cdot 2,5 - 20,5 \cdot 1,3}{5} = 13,2$$

$$Q_m = \frac{235 \cdot 5}{100} = 11,7 \text{ т/ч}$$

$$Q_{ж} = 11,7 \cdot 13,2 = 155 \text{ т/ч}$$

$$V_n = \frac{11,7}{1,95} + \frac{155}{1,234} = 131 \text{ м}^3 / \text{ч}$$

$$E_{KCl} = \frac{21,5}{32,1} = 3,3\%$$

$$E_{н.о.} = \frac{5 \cdot 0,8}{5,1} = 0,8\%$$

5.4 Вторая перечистка

Для концентрата: $\beta_{KCl} = 95,9\%$;

$$\beta_{н.о.} = 0,75\%;$$

$$m = 1,1$$

Для промпродукта: $\beta_{KCl} = 35,3\%$;

$$\beta_{н.о.} = 0,8\%;$$

$$m = 25,3$$

$$\gamma_{к}^{от\ операции} = \frac{90 - 35,3}{95,9 - 35,3} \cdot 100 = 90,3\%$$

$$20,5 - 100\%$$

$$x - 90,3\%$$

$$x = 18,5\% \text{ (для концентрата)}$$

$$\gamma_2 = 20,5 - \gamma_1 = 25,5 - 18,5 = 2\% \text{ (для промпродукта)}$$

Концентрат

$$Q_m = \frac{235 \cdot 18,5}{100} = 43,4 \text{ т/ч}$$

$$Q_{ж} = 43,4 \cdot 1,1 = 47,8 \text{ т/ч}$$

$$V_n = \frac{43,4}{1,95} + \frac{47,8}{1,234} = 60,9 \text{ м}^3 / \text{ч}$$

$$E_{KCl} = \frac{95,9 \cdot 18,5}{32,1} = 55,2\%$$

$$E_{н.о.} = \frac{18,5 \cdot 0,75}{5,1} = 2,7\%$$

Промпродукт

$$Q_m = \frac{235 \cdot 2}{100} = 4,7 \text{ т/ч}$$

$$Q_{ж} = 4,7 \cdot 25,3 = 118,9 \text{ т/ч}$$

$$V_n = \frac{4,7}{1,95} + \frac{118,9}{1,234} = 38,7 \text{ м}^3 / \text{ч}$$

$$E_{KCl} = \frac{2 \cdot 35,3}{32,1} = 2,2\%$$

$$E_{н.о.} = \frac{2 \cdot 0,8}{5,1} = 0,3\%$$

5.5 Третья перечистка

Для концентрата: $\beta_{KCl} = 97,4\%$;

$$\beta_{н.о.} = 0,75\%$$

$$m = 0,9$$

Для промпродукта: $\beta_{KCl} = 66,8\%$;

$$\beta_{н.о.} = 0,8\%$$

$$m = 53,8$$

$$\gamma_{\kappa}^{\text{от операции}} = \frac{95,9 - 66,8}{97,4 - 66,8} \cdot 100 = 95,1\%$$

$$18,5 - 100\%$$

$$x - 95,1\%$$

$$x = 17,6\% \text{ (для концентрата)}$$

$$\gamma_2 = 18,5 - \gamma_1 = 18,5 - 17,6 = 0,9\% \text{ (для промпродукта)}$$

Концентрат

$$Q_m = \frac{235 \cdot 17,6}{100} = 41,3 \text{ т/ч}$$

$$Q_{ж} = 41,3 \cdot 0,9 = 37,1 \text{ т/ч}$$

$$V_n = \frac{41,3}{1,95} + \frac{37,1}{1,234} = 51,3 \text{ м}^3 / \text{ч}$$

$$E_{KCl} = \frac{17,6 \cdot 97,4}{32,1} = 53,4\%$$

$$E_{н.о.} = \frac{17,6 \cdot 0,75}{5,1} = 2,6\%$$

Промпродукт

$$Q_m = \frac{235 \cdot 0,9}{100} = 2,1 \text{ т/ч}$$

$$Q_{ж} = 2,1 \cdot 53,8 = 113,7 \text{ т/ч}$$

$$V_n = \frac{2,1}{1,95} + \frac{113,7}{1,234} = 93,2 \text{ м}^3 / \text{ч}$$

$$E_{KCl} = \frac{0,9 \cdot 66,8}{32,1} = 1,9\%$$

$$E_{н.о.} = \frac{0,9 \cdot 0,8}{5,1} = 0,14\%$$

5.6 Таблица баланса продуктов

N	Поступает	Q _т	Q _ж	V _п	E _{КСI}	E _{н.о.}	N	Выходит	Q _т	Q _ж	V _п	E _{КСI}	E _{н.о.}
Основная сильвиновая флотация													
1	Сильвин. суспензия	232,9	652	647,8	100,3	25,2	1	Концентрат	87,4	218,5	221,8	94,3	5,5
							2	Хвосты	145,5	422	416,6	6,2	19,4
								Итого:	232,9	640,5	638,4	100,5	24,9
Первая перечистка													
1	Черновой концентрат	59,9	197,7	190,7	60,7	4	1	Концентрат	48,1	62,5	75,3	57,4	3
2	Маточник			9,4			2	Промпродукт	11,7	155	131	3,3	0,8
				200,1				Итого	59,8	217,5	206,3	60,7	3,8
Вторая перечистка													
1	Концентрат первой пер.	48,1	62,5	75,3	57,4	3	1	Концентрат	43,4	47,8	60,9	55,2	2,7
2	Маточник			84,3			2	Промпродукт	4,7	118,9	98,7	2,2	0,3
				159,6				Итого	48,1	166,7	159,6	57,4	3
Третья перечистка													
1	Концентрат вт. Переч.	43,4	47,8	60,9	55,2	2,7	1	Концентрат	41,9	37,1	51,3	53,4	2,6
2	Маточник			84,3			2	Промпродукт	2,1	113,7	93,2	1,9	0,14
				145,2				Итого	44	150,8	144,5	55,3	2,74

вокруг блок импеллера в нижней части камеры, а также вертикальной перегородкой вдоль передней стенки камеры.

Для создания внутренней циркуляции пульпы в камере на передней стенке нижнего сливного порога имеется циркуляционная щель. Циркуляция пульпы осуществляется по циркуляционному карману и циркуляционной трубе. Пенный продукт пеногонами удаляется в желоб машины. Разгрузка производится в последней камере через разгрузочное устройство. Выпуск пульпы из машины во время ремонта и остановок осуществляется через дренажные клапана.

Достоинства механической флотомашин:

1. Непрерывность процесса
2. Оптимальная крупность воздушных пузырьков и их равномерное распределение по всему объему пульпы
3. Полный перевод минерализованных пузырьков в пенный слой
4. Быстрое и полное удаление минерализованной пены из машины
5. Удобная и простая разгрузка хвостов
6. Простая регулировка уровня пульпы

Недостатки:

1. Большой расход электроэнергии
2. Трудность быстрого запуска после аварийной остановки

Технологический расчет флотомашин сводится к нахождению числа камер:

$$n = \frac{V_n \cdot t}{V_k \cdot K \cdot 60}, \text{ где}$$

V_n – объем пульпы, поступающей во флотомашину, м³/ч;

V_k – геометрический объем камеры (6,3 м³);

K – коэффициент, учитывающий аэрированность суспензии (для шламовой флотации $K=0,7$; для сильвиновой $K=0,8$);

t – продолжительность флотации, мин

I. Основная сальвиновая флотация

$$t = 5-6 \text{ минут (2, стр.319)}$$

$$V_{\text{п}} = 647,8 \text{ м}^3/\text{ч (из ККС)} + V_{\text{м}} (52 \text{ м}^3/\text{ч}) = 699,8 \text{ м}^3/\text{ч}$$

$$n = \frac{699,8 \cdot 6}{6,3 \cdot 0,8 \cdot 60} = 13,8 \text{ (14 камер)}$$

II. Первая перечистка

$$t = 4-5 \text{ минут (2, стр.319)}$$

$$V_{\text{п}} = 190,7 \text{ м}^3/\text{ч (из ККС)} + V_{\text{м}} (9,4 \text{ м}^3/\text{ч}) = 200,1 \text{ м}^3/\text{ч}$$

$$n = \frac{200,1 \cdot 5}{6,3 \cdot 0,8 \cdot 60} = 3,3 \text{ (4 камеры)}$$

III. Вторая перечистка

$$t = 4-5 \text{ минут}$$

$$V_{\text{п}} = 75,3 \text{ м}^3/\text{ч (из ККС)} + V_{\text{м}} (84,3 \text{ м}^3/\text{ч}) = 159,6 \text{ м}^3/\text{ч}$$

$$n = \frac{159,6 \cdot 5}{6,3 \cdot 0,8 \cdot 60} = 2,6 \text{ (3 камеры)}$$

IV. Третья перечистка

$$t = 4-5 \text{ минут}$$

$$V_{\text{п}} = 60,9 \text{ м}^3/\text{ч (из ККС)} + V_{\text{м}} (84,3 \text{ м}^3/\text{ч}) = 145,2 \text{ м}^3/\text{ч}$$

$$n = \frac{145,2 \cdot 5}{6,3 \cdot 0,8 \cdot 60} = 2,4 \text{ (3 камеры)}$$

V. Шламовая флотация

$$t = 3-4 \text{ минут (2, стр.318)}$$

$$V_{\text{п}} = 612,8 \text{ м}^3/\text{ч (из ККС)} + V_{\text{м}} (0,6 \text{ м}^3/\text{ч}) = 613,4 \text{ м}^3/\text{ч}$$

$$n = \frac{613,4 \cdot 3,5}{6,3 \cdot 0,7 \cdot 60} = 8 \text{ камер}$$

7. Охрана труда и техника безопасности

7.1 Опасные факторы и вредности, проявляющиеся в процессе производства. Мероприятия по защите от них.

Производство флотационного хлорида калия не связано с оборудованием, работающим под высоким давлением, с применением взрывоопасных веществ.

В цехе сухого дробления основной вредностью является запыленность в местах перегруза сильвинитовой руды.

В главном корпусе в процессе обогащения в качестве флотореагентов используются водные растворы аминов, ОЖК, оксаля. Использование аминов в виде 1% раствора гарантирует массовую концентрацию аминов в воздухе рабочих помещений значительно ниже предельно допустимой.

В сушильном отделении в процессе эксплуатации печей «КС» существует опасность возникновения пожара. Кроме того, имеются зоны возможной загазованности, а в местах выгрузки и перегрузки готового продукта - зоны запыленности.

В реагентном отделении особое внимание требуется при работе с аминами, соляной кислотой. Необходимо также учитывать, что мазут (флотореагент), оксаль и ПЭГ являются горючими веществами, ЖСК (железистосинеродистый калий) при нагревании может выделять вредное вещество - синильную кислоту.

Процесс производства хлористого калия в соответствии с нормативными документами по безопасному ведению процесса, санитарии, охране труда обеспечен:

- приточно-вытяжной вентиляцией;
- систематическим контролем массовой доли реагентов в воздухе рабочих помещений;
- грузоподъемными механизмами для монтажа и ремонта оборудования;
- наличием ограждений на движущихся и вращающихся частях агрегатов и механизмов;

- электроустановками и связанными с ними конструкциями выполненными согласно ПУЭ.

При размещении калийных предприятий, в частности БПКРУ-2, выделяющего топочные газы, содержащие сернистый газ, окислы азота, хлористый водород, окись углерода и другие, необходимо учитывать преобладающее направление ветров. Промплощадка БПКРУ-2 размещается с подветренной стороны по отношению к селитебной части города, вследствие этого вредные выбросы уносятся в сторону, так же город находится от предприятия на расстоянии 12 км. Хотя по санитарным нормам СН 245-71 минимальная санитарно-защитная зона должна быть на расстоянии 1000 метров от селитебной части города. Санитарно-защитную зону или ее часть нельзя использовать для расширения территории предприятия. Для ограничения распространения пожара по территории предприятия необходимо соблюдать определенные расстояния между зданиями. За основу принята степень огнестойкости здания и категория производства по взрывной, взрывопожароопасной и пожарной опасности. Для зданий третьей степени огнестойкости расстояние необходимо соблюдать до 12, 15 и 18 метров. Минимальное расстояние от зданий и сооружений до открытых складов, а также между самими складами принимается в пределах 6-42 метра.

7.2 Санитарно – технические мероприятия

Все источники выделения пыли оборудуются аспирационными системами, которые работают круглосуточно. На флотофабрике БПКРУ-2 отделения: бункерное, измельчения, флотации и обезвоживания сообщаются между собой, поэтому для определения воздуха на ассимиляцию тепловлаговыведителей и паров реагентов рассматриваем их как одно целое. Т.к. применяемые реагенты не относятся к классу растворителей или раздражающих газов, то количество вентилируемого воздуха принимается по той вредности, которая требует наибольшего обмена воздуха. В этом случае воздухообмен должен быть определен

заказать компетентное выполнение курсовой работы на <https://diplom-berezniki.ru> по аминам. Для предотвращения выхода паров аминов из флотомашин, они оборудуются зонтами с механической вытяжкой систем В-1, В-8.

Необходимый воздухообмен для ассимиляции паров реагентов и тепловлагоделивателей достигается удалением загрязненного воздуха посредством местных отсосов и общеобменной вытяжки крышными вентиляторами. Весь удаляемый воздух компенсируется механическим притоком с подачей его в рабочую зону.

8. Список использованной литературы

1. Физико – химические основы теории флотации. М.: 1983.
2. Тетерина Н.Н., Сабиров Р.Х., Сквирский Л.Я., Кириченко Л.Н. технология флотационного обогащения калийных руд. Пермь, - ОГУП «Соликамская типография».2002г.
3. Технологический регламент производства хлорида калия флотационным способом БКПРУ – 2
4. Конспект лекций по дисциплине ХТНВ