

Министерство образования и науки Пермского края
Государственное бюджетное профессиональное
образовательное учреждение
«Соликамский горно-химический техникум»

ПРОЕКТ ОТДЕЛЕНИЯ ОБОГАЩЕНИЯ В УСЛОВИЯХ ПАО «УРАЛКАЛИЙ» БКПРУ-4
С РАСЧЕТОМ ЛЕНТОЧНОГО ВАКУУМ-ФИЛЬТРА

Дипломный проект

ДП 18.02.03 20.10.00 ПЗ

Выполнил

Руководитель

Консультант по экономике

Нормоконтроль

Проскура А.П.

Черкасова С.В.

Пономаренко Н.Л.

Львов Д.В.

Соликамск 2020

Содержание

стр.

Введение	5
1 Теоретическая часть	6
1.1 Сущность метода производства КС1	6
1.2 Физико-химические свойства сырья, готового продукта и полупродукта	7
1.3 Физико-химические основы процесса	11
1.4 Технологическая схема фильтрации на СОФ БКПРУ-4	13
2 Расчетная часть	15
2.1 Расчет материального баланса	15
2.2 Расчет основного оборудования	17
2.3 Выбор, обоснование и расчет вспомогательного оборудования, подбор по ГОСТу	21
3 Организация производства	26
3.1 Режим работы отделения	26
3.2 Структура управления отделения (цеха)	28
4 Контрольно – измерительные приборы и автоматизация	29
4.1 Обоснование и выбор точек контроля регулирования	29
5 Экономическая часть по проекту отделения обогащения	33
5.1 Определение оплаты труда и отчислений от оплаты труда	36
5.2 Расчёт капитальных затрат и амортизационных отчислений	42
5.3 Группировка издержек для исчисления себестоимости	45
5.4 Определение технико-экономических показателей	49
6 Охрана труда и промышленная экология	51
6.1 Опасные и вредные производственные факторы	51
6.2 Мероприятия по технике безопасности	52
6.3 Санитарно – технические мероприятия	53
6.4 Противопожарные мероприятия	54
6.5 Охрана окружающей среды	56
Заключение	58
Список используемых источников	59
Графическая часть	

Лист 1 Общий вид основного оборудования (1 лист – А1)

Лист 2 Общий вид вспомогательного оборудования (1 лист А1)

Введение

Тема дипломного проекта «Проект отделения обогащения в условиях ПАО «Уралкалий» БКПРУ-4 с расчетом ленточного вакуум-фильтра».

Целью данной работы является расчет ленточного вакуум-фильтра на стадии обезвоживания в процессе производства хлористого калия галургическим методом на СОФ БКПРУ-4 ПАО «Уралкалий».

ПАО «УРАЛКАЛИЙ» - это крупнейший российский производитель минеральных удобрений.

Продукция компании - калийные удобрения, используемые в качестве удобрений для многих сельскохозяйственных культур, и в качестве важной составляющей при производстве сложных удобрений.

Главный продукт - концентрированный вид калийных удобрений - хлористый калий, содержащий более 60% оксида калия (K_2O). Хлористый калий получается в результате процесса обогащения минерального сырья добываемого из недр земли.

Уралкалий производит два типа хлористого калия: розовый и белый.

Розовый хлористый калий выпускается в двух формах — стандартный и гранулированный:

Розовый стандартный хлористый калий используется для производства комплексных удобрений и для прямого внесения в почву.

Розовый гранулированный хлористый калий используется для прямого внесения в почву, а также как компонент для производства тукосмесей.

Белый хлористый калий — это продукт высокой чистоты, который используется как сырье для производства комплексных гранулированных удобрений, как водорастворимое удобрение, для производства сульфата калия, нитрата калия, гидроксида

калия и для других промышленных целей.

Уралкалий также производит карналлит и хлористый натрий./17/

Теоретическая часть

Сущность метода производства готового продукта

Галургический способ выделения хлорида калия из сильвинита или метод избирательного растворения и отдельной кристаллизации основан на различии температурных коэффициентов растворимости хлорида калия и натрия при их совместном присутствии, то есть в системе «KCl – NaCl – H₂O». В растворах, насыщенных обеими солями, при повышении температуры от 20 °C до 100 °C содержание хлорида калия возрастает примерно в два раза, а хлорид натрия несколько уменьшается. При охлаждении такого горячего раствора он становится пересыщенным относительно хлорида калия. Поэтому при обработке подобным раствором нового количества сильвинита из него будет извлекаться только хлорид калия, переходя в раствор, а хлорид натрия растворяться не будет. Это свойство системы «KCl – NaCl – H₂O» и используется в галургическом методе извлечения хлорида калия из сильвинитовых руд для организации циклического процесса.

Преимущества галургического метода перед флотационным главным образом является более высокое содержание KCl в продукте. Галургический метод позволяет комплексно перерабатывать полиметаллические руды, извлекая из них все полезные компоненты, в том числе хлориды магния, бромиды и пищевой хлорид натрия.

Недостатки галургического метода:

Энергоемкость процесса;

Громоздкость оборудования;

Необходимость антикоррозийной защиты аппаратуры (т.к. процесс протекает при повышенной температуре);

Образование недостаточно крупных кристаллов хлористого калия, что приводит к слеживанию продукта./20/

Физико-химические свойства сырья, готового продукта и подпродукта

Производимой продукцией является хлористый калий, получаемый в результате галургической переработки сильвинитовой руды методом растворения с последующей регулируемой вакуум-кристаллизацией хлорида калия из насыщенного осветленного раствора.

Метод галургии основан на использовании различной растворимости хлоридов натрия и калия.

С повышением температуры растворимость KCl резко возрастает, а $NaCl$ меняется незначительно. При совместном присутствии обеих солей растворимость хлорида натрия с ростом температуры падает, а KCl – сильно возрастает. На этих различиях и построены галургические операции разделения.

Поэтому при получении хлорида калия сильвинит при повышенной температуре обрабатывают насыщенным раствором обеих солей. При этом раствор обогащается KCl , а часть $NaCl$ переходит в осадок и отделяется фильтрованием. Затем раствор охлаждают; при этом из него выделяются кристаллы KCl , которые отделяют от маточного раствора и высушивают. Маточный раствор снова направляют на растворение сильвинита.

Получаемый таким способом технический продукт содержит 52–60 % K_2O .

Основное вещество продукта - хлорид калия KCl - имеет относительную молекулярную массу 74,55, плотность 1,99 г/см³ при 20 °С, температуру плавления 776 °С, температуру кипения ~1500 °С, стандартную молярную теплоемкость (C_{p0}), равную 51,29 Дж/(моль.К) при 25 °С.

Гигроскопическая точка хлористого калия при 25 °С, в зависимости от содержания примесей в продукте, составляет 72-81 % относительной влажности. Насыпная плотность

хлористого калия, производимого БКПРУ-4, составляет, по практическим данным, 0,95-1,35 т/м³. Угол естественного откоса хлористого калия БКПРУ-4 составляет, по практическим данным, 25-30 градусов.

Хлористый калий является концентрированным калийным удобрением. Представляет собой белое кристаллическое вещество и легко растворяется в воде. Содержание питательного вещества K₂O находится на уровне 52-62%. Основным сырьем для производства хлористого калия являются природные калийные соли (сильвинит и карналлит) – соли с содержанием чистого вещества на уровне 12-15% с примесями натрия и магния. Хлористый калий применяют на любых почвах как основное удобрение. Особенно эффективно при использовании под корнеплоды, картофель, подсолнечник, плодовые и др. культуры. На бедных калием легких почвах и торфяниках все без исключения сельскохозяйственные культуры нуждаются в калийных удобрениях. Калийные удобрения, как правило, применяются в комплексе с азотными и фосфорными удобрениями.

Помимо увеличения урожайности, калийные удобрения повышают качественные характеристики выращиваемой продукции: это проявляется в повышении сопротивляемости растений к заболеваниям, повышение стойкости плодов при хранении и транспортировке, а также улучшение вкусовых и эстетических качеств.

Многие калийные удобрения представляют собой природные калийные соли, используемые в сельском хозяйстве в размолотом виде. Значительное количество хлора во многих калийных удобрениях отрицательно влияет на рост и развитие растений, а содержание натрия (в калийной соли и сильвините) ухудшает физико-химические свойства многих почв, особенно черноземных, каштановых и солонцовых.

Калийные удобрения подразделяются на три группы: концентрированные, являющиеся продуктами заводской переработки калийных руд – хлористый калий, сернокислый калий, калийно-магниевый концентрат, сульфат калия – магний (калимагнезия).

Сырые калийные соли, представляют собой размолотые природные калийные руды – каинит, сильвинит.

Калийные соли, получаемые путем смешения сырых калийных солей с концентрированными, обычно с хлористым калием – 30-ти и 40%-ные калийные соли.

Белый хлористый калий имеет белый цвет. Производится из сильвинитовой руды.

Белый хлористый калий в основном используется для производства смешанных азотно-фосфатно-калийных удобрений.

Калимагнезия-сульфат калия-магния (шенит) – K_2SO_4 , $MgSO_4$. Двойная соль сернокислого магния и калия. Содержит до 28% K_2O . Удобрение характеризуется хорошими физическими свойствами: не гигроскопичен, не слеживается. Его рекомендуют использовать под культуры, отрицательно реагирующие на хлор (картофель, табак, гречиху, виноград, цитрусовые)./15/

Таблица № 1 – Технические требования, предъявляемые к продукции «Калий хлористый» марки «мелкий» по ГОСТ 4568-95

Наименование показателя Норма для марки «мелкий»

1-й сорт 2-й сорт

1 Внешний вид Мелкие зерна различных оттенков красновато-бурого цвета

2 Массовая доля калия в пересчете на K_2O , %, не менее 60 58

3 Массовая доля воды, %, не более 1,0 1,0

4 Рассыпчатость, % 100 100

Таблица № 2 – Технические требования, предъявляемые к продукции, «Калий хлористый, поставляемый на экспорт» по СТО СПЭКС 001-98

Наименование показателя Норма для марок

Марка М Марка Н

1. Внешний вид Мелкие кристаллы серовато-белого цвета или мелкие зерна

различных оттенков розового и красно-бурого цвета

2. Массовая доля хлористого калия, %, не менее

в пересчете на K₂O, %, не менее 95

60 95

60

3. Массовая доля воды, %, не более 0,5 0,5

4. Гранулометрический состав:

менее 2 мм, %, не менее

90

90

5. Пылимость, г/кг, не более не нормируется 0,35

6. Массовая доля токсичных элементов, мг/кг, не более ртути

мышьяка

свинца

кадмия

2,1

2,0

32,0

0,5

Таблица № 3 – Технические требования, предъявляемые к продукции «Концентрат минеральный «Сильвин» по ТУ 2111-038-00203944-2003

Наименование показателя Норма

1 Внешний вид Кристаллы серовато-белого или зерна красно-бурого цвета

2 Массовая доля хлористого калия, %, не менее

в пересчете на K₂O, %, не менее 95

60

3 Массовая доля воды, %, не более 1,0

4 Массовая доля токсичных элементов, мг/кг,

не более ртути

мышьяка

свинца

цинка

2,1

2,0

32,0

23,0

5 Рассыпчатость, % 100

6 Эффективная удельная активность природных радионуклидов, Бк/кг, в пределах

740 – 1500

Физико-химические основы процесса

Фильтрованием называют процесс удаления жидкой фазы пульпы с помощью

пористой перегородки под действием разности давлений, создаваемой разрежением воздуха или избыточным давлением. Твердые частицы, задержанные фильтрующей поверхностью, называются осадком (кеком), а прошедшие через перегородку воды — фильтратом.

В качестве фильтрующих перегородок используются специальные хлопчатобумажные, шерстяные, капроновые, нейлоновые и другие ткани, а также металлические сетки с отверстиями 0,15—0,25 мм.

Выделение фильтрата осуществляется путем создания перепада давления по обеим сторонам фильтрующей поверхности (рисунок № 1).

1 - корпус ванны; 2 - фильтровальная ткань; 3 - фильтрующая перегородка
Рисунок № 1 – Схема процесса фильтрации

Под действием разности давлений ΔP жидкая фаза проходит через поры ткани, а твердая — задерживается. С течением времени высота слоя суспензии будет уменьшаться, а толщина осадка h увеличиваться. Толщина фильтровальной ткани h_0 постоянна. Фильтрация будет продолжаться до тех пор, пока H не станет равной нулю. В этот момент высота слоя осадка h будет максимальной. После этого в течение еще некоторого времени поддерживают разрежение, чтобы подсушить осадок, а затем его выгружают и цикл фильтрации повторяют.

Скорость фильтрации жидкости зависит от разности давлений, высоты слоя, удельного сопротивления слоя и вязкости жидкости./7/

Технологическая схема фильтрации на СОФ БКПРУ-4

Объединённые галитовые отходы через распределительные устройства поз. А2.3-1D01 (поз. А2.3-2D01) и поз. А2.3-1D02 (поз. А2.3-2D02) поступают на фильтрацию на ленточные вакуум-фильтры.

На каждой нитке установлено по два вакуум-фильтра: один в работе, один в резерве.

На нитке 1 фильтрация галитовых отходов осуществляется на вакуум фильтре поз. А2.3-1G03 или А2.3-1G04. На нитке 2 фильтрация галитовых отходов осуществляется на вакуум фильтре поз. А2.3-2G03 или А2.3-2G04.

Разрежение, необходимое для обезвоживания галитовых отходов, обеспечивается работой водокольцевых вакуум-насосов и конденсацией испаряемой под вакуумом воды в барометрических конденсаторах орошаемых минерализованной водой.

На каждой нитке в работе один вакуум-насос поз. А2.3-1G06 или А2.3-1G07 (поз. А2.3-2G06 или А2.3-2G07), второй – в резерве. В случае аварийной остановки вакуум-насосов линии «А» возможно включение в работу вакуум-насосов поз. 409-5-8

технологической линии «В».

С целью снижения потерь основного вещества (КС1) с жидкой фазой галитовых отходов предусмотрена их промывка на вакуум-фильтрах минерализованной водой.

Фильтрат и промывные воды, образующиеся при фильтрации и промывке галитовых отходов, поступают в ресиверы: от вакуум-фильтра поз. А2.3-1G03 (поз. А2.3-2G03) в ресивер поз. А2.3-1F03 (поз. А2.3-2F03), от вакуум-фильтра поз. А2.3-1G04 (поз. А2.3-2G04) в ресивер поз. А2.3-1F06 (поз. А2.3-2F06). Из гидравлических стаканов поз. А2.3-1F07 и поз. А2.3-1F08 фильтрат поступает в сборник поз. А2.3-1F02. Из гидравлических стаканов поз. А2.3-2F07 и поз. А2.3-2F08 фильтрат поступает в сборник поз. А2.3-2F02.

Для смыва поддонов ленточных вакуум-фильтров используется холодный маточный (оборотный) раствор. Регенерация сетки фильтровальной ткани осуществляется рассолом. Смыв поддонов вакуум-фильтров и раствор от регенерации сетки фильтровальной ткани поступают в сборники фильтрата поз. А2.3-1F02 и поз. А2.3-2F02.

Из сборника поз. А2.3-1F02 фильтрат откачивается в растворитель поз. А2.2-1G03 с помощью насоса поз. А2.3-1G02 (поз. А2.3-RG02). Из сборника поз. А2.3-2F02 фильтрат откачивается в растворитель поз. А2.2-2G03 с помощью насоса поз. А2.3-2G02 (поз. А2.3-RG02). Всего для откачки фильтрата установлено три центробежных насоса: по одному в работе на каждую нитку и один поз. А2.3-RG02 – в резерве на две нитки.

Паровоздушная смесь из ресиверов поступает в барометрические конденсаторы: из ресивера поз. А2.3-1F03 (поз. А2.3-2F03) в конденсатор поз. А2.3-1F05а (поз. А2.3-2F05а); из ресивера поз. А2.3-1F06 (поз. А2.3-2F06) в конденсатор поз. А2.3-1F05б (поз. А2.3-2F05б). Барометрические конденсаторы орошаются минерализованной водой и оснащены каплеуловителями. Конденсация паров воды является, наряду с работой вакуум-насосов,

необходимым условием для создания вакуума.

Слив барометрических конденсаторов и каплеуловителей поступает в бак-гидрозатвор поз. А2.3-1F01 и далее в систему оборотного водоснабжения слабоминерализованной воды.

Несконденсировавшиеся пары воды и воздух вакуум-насосами поз. А2.3-1G06 (поз. А2.3-2G06), поз. А2.3-1G07 (поз. А2.3-2G07), выбрасываются в атмосферу.

Отфильтрованные галитовые отходы с ленточных вакуум-фильтров через распределительные устройства поз. А2.3-1D04 (поз. А2.3-2D04) и поз. А2.3-1D05 (поз. А2.3-2D05) поступают на конвейер поз. 50-1(2) и далее системой конвейеров удаляются с фабрики на солеотвал.

Расчетная часть

Расчет материального баланса

Производительность фильтрата по суспензии определяется по формуле $G_c = G_{oc} \cdot ((1 - \omega)) / x$ где G_{oc} – производительность по осадку, $G_{oc} = 364 \text{ т/час}$;

ω – влажность осадка, $\omega = 0,752$;

X – содержание твердой фазы в суспензии $x = 0,2$.

$G_c = 364 \cdot ((1 - 0,752)) / 0,2 = 451 \text{ т/час}$,

Содержание твердого вещества в суспензии определяется по формуле

$G_t = G_c \cdot x$

$G_t = 451 \cdot 0,2 = 90,2 \text{ т/час}$,

Содержание твердой фазы определяется по формуле

$G_j = G_c - G_t$

$G_j = 451 - 90,2 = 360,8 \text{ т/час}$

Производительность фильтра по фильтрату определяется по формуле

$G_f = G_c - G_{oc}$

$G_f = 451 - 364 = 87 \text{ т/час}$

Содержание жидкой фазы в осадке определяется по формуле

$G_f = G_{oc} - G_t$

$G_f = 364 - 90,2 = 273,8 \text{ т/час}$

Материальный баланс сведен в таблице №4.

Таблица №4 Материальный баланс процесса обезвоживания

Приход, т/час Расход, т/час

С суспензией:

Твердая фаза		
Жидкая фаза	451	С осадком:
Твердая фаза		
Жидкая фаза	364	
90,2	273,8	
90,2		
360,8	С фильтратом	87
Всего	451	Всего 451

Расчет основного аппарата и подбор по ГОСТ

Количество осадка определяется по формуле

$$V_c = G_{oc} / \rho,$$

где ρ – плотность осадка, %

$$V_c = 364 / 1236 = 0,29 \text{ т/час}$$

Количество фильтрата определяется по формуле

$$V_f = G_f / \rho,$$

где ρ – плотность фильтрата, %

$$V_f = 87 / 1136 = 0,07 \text{ т/час}$$

Соотношение объемов осадка и фильтрата

$$u = V_c / V_f$$

$$u = 0,29 / 0,07 = 4$$

Необходимая поверхность зоны фильтрования на 1 м³ фильтрата определяется по формуле

$$S = V / \delta,$$

$$S=0,71/0,071=10 \text{ м}^3/\text{м}^2$$

Частота вращения фильтрата определяется по формуле

$$n=60/\tau_{\text{общ}}$$

$$n=60/88,45=0,67 \text{ об/ч}$$

Константа К определяется по формуле

$$K=(2 \cdot \Delta\rho)/(\mu \cdot c \cdot r),$$

$$K=(2 \cdot 56408)/([205,5 \cdot (1,54 \cdot 10)]^{-3}) \cdot [41,7 \cdot 10]^{10})=8,548 \cdot [10]^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$$

Константа С определяется по формуле

$$C=r_{\text{tk}}/(r \cdot c),$$

$$C=[11,71 \cdot 10]^{10}/(205,5 \cdot 41,71 \cdot [10]^{10})=1,36 \cdot [10]^{-3}$$

Исходя из основного уравнения фильтрования $V^2+2VC=K$

Время фильтрования определяется по формуле

$$\tau=(V_{\text{ф}}^2 \cdot V_{\text{ф}} \cdot C)/K$$

$$\tau=([29,58 \cdot 10]^{-6} \cdot 29,58 \cdot [10]^{-3} \cdot 1,36 [10]^{-3})/(8,548 \cdot [10]^{-6})=4117,8 \sim 68,6 \text{ об/мин}$$

Скорость вращения фильтра определяется по формуле

$$t_{\text{обр}}=360/\omega,$$

$$t_{\text{обр}}=360/4,07=88,45 \text{ мин}$$

По данным расчетам было принято 4 ленточных вакуум-фильтра, были рассчитаны со следующей характеристикой: высота 2,0 м, длина 8,0 м, ширина 1,7 м, производительность 120 т/час.

Ленточный вакуум-фильтр ЛОП 10-7К-01 (Рисунок № 2) является фильтром непрерывного действия и предназначен для обезвоживания галитовых отходов, разделяя преимущественно быстро осаждающихся суспензий с твердой фазой неоднородной крупности с обеспечением тщательной промывки осадка.

Фильтр состоит из горизонтальной рамы. Рама выполнена из трех разъемных частей, которые с помощью фланцевых разъемов соединяются между собой. Каждая часть рамы выполнена из четырех труб, сваренных между собой. К приводной части рамы, с помощью крепежных деталей, присоединяются две опоры, на которые устанавливаются корпуса подшипников приводного барабана и станция разгрузки. В левой части рамы

устанавливается натяжной барабан. Рама фильтра с помощью восьми опор и четырех стоек устанавливается на плиту фундаментную.

Рисунок № 2 – Ленточный вакуум-фильтр

Станция разгрузки устанавливается в правой части рамы фильтра с помощью крепежных деталей и предназначена для отделения осадка, движущегося совместно с ячейковой лентой и сеткой. На станции разгрузки установлен разгрузочный ролик, предназначенный для сброса осадка и отделения фильтрующей сетки от ячейковой ленты. Камера вакуумная предназначена для отбора жидкой фазы из фильтрующей суспензии. Камера вакуумная с направляющей лентой выполнена из трех частей: нижняя, средняя и верхняя часть, которые устанавливаются на раму фильтра с помощью кронштейнов и крепежных деталей.

Суспензию загружают через загрузочное устройство, полочного типа, равномерно распределяющее продукт по поверхности аппарата. По мере продвижения вместе с фильтровальным полотном и дренажной лентой интенсивной фильтрации жидкой фазы и подсушки осадка. Стадия подсушки начинается в точке исчезновения жидкости с поверхности осадка. Отсасывается жидкость – фильтрат проходит через слой осадка, фильтровальную перегородку, отверстия резиновой ленты и отводится через ресивер в линию сброса фильтрата.

В верхней рабочей зоне фильтровальная ткань движется вместе с резиновой лентой, а в конце рабочего стола, в зоне приводного барабана сходит с ленты на специальный ролик, огибая который сбрасывает с себя не фильтрованный осадок и движется в обратном направлении на некотором расстоянии от ленты, обеспечивает возможность ее регенерации в момент прохождения приспособлений для очистки и

промывки. Техническая характеристика представлена в таблице № 5.

Таблица №5 – Техническая характеристика:

Наименование параметра	Значение параметра
------------------------	--------------------

Производительность, т/час	120
---------------------------	-----

Площадь поверхности фильтров, м ²	10
--	----

Ширина фильтрующей сетки, мм	950
------------------------------	-----

Ширина ленты, мм	1100
------------------	------

Длина вакуум-камеры, мм	10960
-------------------------	-------

Количество вакуум-камер, шт	1
-----------------------------	---

Диаметр барабанов, мм	1200
-----------------------	------

Характеристика редуктора	Редуктор W4SS10
--------------------------	-----------------

Электродвигатель

N 22 кВт

N=1000 об/мин

Частота вращения приводного барабана, об/мин	8
--	---

Габаритные размеры, мм

Длина

Ширина

Высота

Масса, кг

8000

1700

2000

12750

Достоинства: позволяют добиться высокой степени обезвоживания осадка, последовательно воздействуя на него силами гравитации, вакуумом и постепенно

возрастающим давлением; способны осуществлять обработку различных по своему характеру и свойствам суспензий./12/

Выбор, обоснование и расчет вспомогательного оборудования, подбор по ГОСТу Вспомогательным оборудованием в данной схеме является гидроциклон.

Механическое разделение суспензий проводят в гидроциклонах. Эти аппараты просты и дешевы в изготовлении, надежны и удобны в эксплуатации, обладают высокой производительностью, компактны, позволяют сравнительно легко автоматизировать процессы разделения. Кроме того, их выгодно отличает возможность применения в непрерывных технологических циклах с обеспечением сравнительно высокого качества разделения смесей.

1-корпус, 2 центральный патрубок, 3 – камера для слива, 4 – песковая насадка, 5 – резиновый вкладыш, 6 - манжет

Рисунок № 3 - Гидроциклон

Гидроциклон состоит из цилиндроконического металлического корпуса, питающего и сливного патрубков, песковой насадки и сливной трубы. Питающий патрубок с тангенциальным или спиральным вводом питания устанавливают под крышкой аппарата. Сливной патрубок проходит через центр и соединен со сливной трубой. Песковая насадка крепится в нижней части конуса. В целях повышения износостойкости корпус внутри футеруют каменным литьем, резиной, керамикой. Для песковой насадки используют износостойкие втулки. Питание подается насосом под давлением через питающий патрубок. Благодаря тангенциальной подаче питания пульпа в гидроциклоне приобретает вращательное движение, создающее центробежное поле. Под действием центробежной силы крупные и тяжелые частицы отбрасываются к стенке

корпуса и разгружаются через песковую насадку, а шламы – через сливной патрубок, нижний край которого погружен несколько ниже питающего патрубка. Увеличение глубины погружения приводит к выносу крупных частиц со шламами в слив. Глубина погружения сливного патрубка – от половины до одной трети диаметра гидроциклона./12/

Определяем необходимую площадь сечения гидроциклона по формуле

$$F = V_p / \omega_{\text{опт}}$$

$$F = 25,8 / 3,5 = 7,4 \text{ м}^2$$

Принимаем $N=1$, из этого определяем диаметр гидроциклона по формуле

$$D = \sqrt{(F / (0,785 \cdot N))}$$

$$D = \sqrt{(7,4 / (0,785 \cdot 1))} = 0,85 \text{ м}$$

Вычисляем действительную скорость суспензии в гидроциклоне по формуле

$$\omega = V_p / (0,785 \cdot N \cdot D^2)$$

$$\omega = 25,8 / (0,785 \cdot 1 \cdot [3,2]^2) = 3,73 \text{ м/с}$$

Принимаем по таблице коэффициент гидравлического сопротивления, соответствующий гидроциклону:

Для данного гидроциклона вводим уточняющую поправку по формуле

$$\xi = K_1 \cdot K_2 \cdot \xi_{ц500}^c + K_3$$

$$\xi = 1 \cdot 1 \cdot 155 + 28 = 183$$

Определяем потери давления в гидроциклоне по формуле

$$p = (\xi \cdot \rho \cdot \omega^2) / 2$$

$$p = (183 \cdot 0,95 \cdot [3,5]^2) / 2 = 1000 \text{ Па}$$

Рассчитываем коэффициент очистки суспензии по формуле

$$d_{50} = d_{50T} \sqrt{(D / D_T \cdot \rho_{(ч.т.)} / \rho_{ч} \cdot \mu / \mu_T \cdot \omega / \omega_T)}$$

$$d_{50} = 4,5 \sqrt{(3070 / 3200 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 3,73 / 3,5)} = 4,55$$

Определяем параметр x по формуле

$$x = \lg \cdot d_T / d_{50} \sqrt{([\lg]^2 \cdot \sigma_{\eta} + [\lg]^2 \cdot \sigma_{\chi})}$$

$$x = \lg \cdot 28 / 6,7 \sqrt{([0,383]^2 + [0,46]^2)} = 0,84$$

Принимаем по ГОСТ 9617-67 к установке гидроциклон диаметром 850 мм, и высотой 2210 мм. Степень очистки суспензии в данном гидроциклоне – 79%, скорость суспензии – 3,73 м/с.

Организация производства

Режим работы отделения

процесс непрерывный, аппаратный;

продолжительность рабочей смены 12 ч., условия труда вредные;

Таблица 6 – График сменности для основных рабочих

Технологический персонал сильвинитовой фабрики работает посменно, режим работы цеха – круглосуточный. Продолжительность рабочей смены – 12 часов, в сутки работает две смены. Процесс является непрерывным, что улучшает работу фабрики и облегчает контроль и управление технологическим персоналом со стороны главных специалистов.

По графику выходов рабочих технологических смен сильвинитовой фабрики видно количество часов согласно норме установленной законом, также количество выходных дней, ночных смен.

Таблица № 6 – График сменности для основных рабочих

Смена Период сменоборота

1	2	3	4	5	6	7	8		
Первая		1	1	В	2	2	В	В	В
Вторая		В	2	2	В	В	В	1	1
Третья	2	В	В	В	1	1	В	2	
Четвертая		В	В	1	1	В	2	2	В

Принимаются обозначения:

1 – дневная смена

2 – ночная смена

В – выходной

Этот график обеспечивает рациональное чередование смен, равномерность отдыха между сменами.

Количество выходных дней за год составит: $365 * 8 / 16 = 182,5$ дня.

где 4 – количество смен

8 – сменоборот, дни

Структура управления отделения (цеха)

Производственная структура отделения обогащения СОФ БКПРУ-4 представлена на

рисунке № 4.

Рисунок № 4 - Производственная структура отделения обогащения СОФ БКПРУ-4

4. Контрольно-измерительные приборы и автоматизация

4.1 Обоснование и выбор точек контроля регулирования

Контроль качества – это проверка соответствия продукции или процесса, от которого зависит ее качество, установленным требованиям.

Объектами контроля могут быть изделия или процессы, влияющие на их качество.

Методом контроля называют совокупность правил применения определенных принципов для осуществления контроля.

На БКПРУ – 4 используются следующие виды контроля: входной контроль сырья, реагентов, горюче – смазочных материалов; контроль при производстве продукции; контроль готовой продукции:

Объект управления является заданной, неизменяемой частью системы управления.

Для того чтобы система достигла цели управления, необходимо, зная свойства объекта управления, создать соответствующую ему управляющую систему.

Разработку систем управления начинают с выбора параметров, участвующих в управлении. К ним относят контролируемые, сигнализируемые и регулируемые величины, а также параметры, изменяя которые, можно вносить регулирующие воздействия. Затем выбирают конкретные автоматические устройства управляющей системы.

Проектируемая система управления должна обеспечивать достижение цели управления в любых условиях, а также безопасность работы объекта; при этом она должна быть простой и надёжной. Разработка высокоэффективных систем управления процессами химической технологии часто затруднена, что объясняется сложностью процессов, высокими скоростями реакций, большой мощностью технологических аппаратов, взрыво- и пожароопасностью.

Выбрать из ряда параметров процесса те, которые следует регулировать и изменением которых целесообразно вносить регулирующие воздействия, можно только при хорошем знании процесса. При этом определяют: целевое назначение процесса; взаимосвязь его с другими процессами производства; показатель эффективности и значение, на котором он должен поддерживаться; статические и динамические характеристики объекта.

Контролю подлежат прежде все те параметры, знание текущих значений которых облегчает пуск, наладку и ведение технологического процесса. Сигнализации подлежат все параметры, изменения которых могут привести к авариям, несчастным случаям или серьёзному нарушению технологического режима. Средства автоматизации, с помощью которых будет осуществляться управление технологическим процессом, должны быть

выбраны технически грамотно и экономически обосновано.

Конкретные типы автоматических устройств выбирают с учётом особенностей объекта управления и принятой системы управления. В первую очередь принимают во внимание такие факторы, как пожаро- и взрывоопасность, агрессивность и токсичность сред, число параметров, участвующих в управлении, и их физико-химического состава, а также требования к качеству контроля и регулирования.

Для управления технологическими процессами все большее применение находят средства вычислительной техники. Системы управления из средств вычислительной (микропроцессорной) техники реализуются с помощью программирования.

Таблица № 7 – Автоматический контроль производства

Наименование стадии процесса, места измерения параметров или отбора проб		Контролируемый параметр		Частота и способ контроля		Нормы и технические показатели		Метод испытания и средство контроля		Требуемая точность измерения параметров		Кто контролирует	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14

Продолжение таблицы № 7

Обезвоживание галитового отвала

Зумпф поз.406

Уровень

L-461aHA Не выше 2 м Повторитель давления ПД-4;

преобразователь 13ДИЗ0, кл.т.1;

Б.О.Р.С.А06;

преобразователь ППЭ-2, кл.т.1

вых.0-5 мА:

Ш-711

погрешность $\pm 0,1\%$;

ПЭВМ

верхний предел измерений (ВПИ) 6 м $\delta = \pm 4\%$

Оператор фабрики, аппаратчик

Конвейера поз.50-1,2

Расход отвала

F-50-1

F-50-2 НА Не более 500 т/ч Автоматические конвейерные весы марки MSI фирмы Milltronics
погрешность ± 1 %
ДИ 0-600 т/ч;
прибор регистрирующий Logoscreen,
погрешность $\pm 0,15$ %
шк.0-600 т/ч;
Ш-711
погрешность $\pm 0,1$ %;
ПЭВМ $\delta = \pm 2,5$ % Оператор фабрики, аппаратчик

Продолжение таблицы № 7

Трубопровод минерализованной воды в отделение фильтрации отвала в поз.404-5-8, 409-5-8 Расход воды

F-371 НА Не нормируется Диафрагма

ДК 0,6-250;

преобразователь 13ДД11, кл.т.1

$\Delta P = 0-16$ кПа;

ППЭ-2, кл.т.1

вых.0-5 мА;

ПИК-1, кл.т.1,0;

ПВ 4.4Э, кл.т.1

шк.0-250 м³/ч;

ППМ-20, кл.т.1;

шк.0-250 м³/ч $\delta = \pm 5$ % Аппаратчик

Вакуум-насосы поз.409-5-8 Расход минерализованной воды НА

по месту Не нормируется Ротаметр РП-16 ЖУЗ кл.т.1,5

шк.3-16 м³/ч Не нормируется Аппаратчик

5. Экономическая часть по проекту отделения обогащения

Технологический процесс производства хлористого калия характеризуется следующими данными:

процесс непрерывный, аппаратный;

продолжительность рабочей смены по проекту 12 часов, условия труда вредные 3

класс (подкласс 3.2), а именно производственный шум, повышенная температура,

физические перегрузки, высокая запыленность рабочей среды;

Таблица № 8 – График сменности.

Смена Период сменоборота

1	2	3	4	5	6	7	8		
Первая		1	1	В	2	2	В	В	В
Вторая		В	2	2	В	В	В	1	1
Третья	2	В	В	В	1	1	В	2	
Четвертая		В	В	1	1	В	2	2	В

Принимаются обозначения: 1 – дневная смена, 2 – ночная смена, В – выходной.

Количество выходных дней составит:

$$365 \cdot \frac{4}{8} = 182,5 \text{ дней}$$

где 4 – количество смен

8 – сменоборот, дни

Этот график обеспечивает равномерное и полное распределение нагрузок, рациональное чередование труда и отдыха.

Определение годового баланса рабочего времени

Таблица № 9 – Годовой баланс рабочего времени

Показатели

Непрерывное производство с 12 ч. рабочим днем

Календарное время, дни 365

Выходные дни 182,5

Номинальный фонд рабочего времени

В днях 182,5

В часах 2190

Очередной отпуск

в днях 28

в часах 336

Максимально возможный фонд рабочего времени

в днях 154,5

в часах 1854
 Болезнь
 в днях 2
 в часах 24
 Государственные обязанности
 в днях 1
 в часах 12
 Учебные отпуска
 в днях 1
 в часах 12
 Полезный фонд рабочего времени
 в днях
 в часах
 150,5
 1806

Таблица № 10 – Расчет численности основного производственного персонала

Профессия	разряд	Штатный норматив в смену	сменность	Штатное количество рабочих
Аппаратчик сменный	4	1	4	4
Аппаратчик сменный	5	1	4	4
Оператор пульта управления сменный	5	1	4	4
Итого	3	12		

Списочное количество рабочих определяется как произведение штатного числа на переходный коэффициент (коэффициент подмены).

$$K_{\text{перехода}} = 2190 / 1806 = 1,21$$

$$12 \cdot 1,21 = 15 \text{ человек-списочная численность}$$

$$\text{На подмену } 15 - 12 = 3 \text{ человека}$$

5.1 Определение оплаты труда и отчислений от оплаты труда

Таблица № 11 – Тарифная сетка

Показатели	Разряды					
	1	2	3	4	5	6
Относительное отклонение, %						15 16,5 18 20 21,5
Абсолютное отклонение						0,15 0,19 0,24 0,32 0,41
Тарифный коэффициент	1					1,15 1,34 1,58 1,90 2,30
Часовая тарифная ставка, руб.	повременная					
С нормальными условиями труда	55,250	63,540	74,040	87,300	104,980	127,080
С тяжелыми, опасными, вредными условиями труда				65,200	74,970	87,360 103,020
	123,870		149,950			
С особо тяжелыми, особо опасными, особо вредными условиями труда					74,970	86,220
	100,470		118,460	142,450	172,440	

Тарифная сетка является важным элементом тарифной системы, которая

устанавливает определенные соотношения в оплате труда рабочих различной квалификации. Эти соотношения состоят из установленного количества разрядов и соответствующих им тарифных коэффициентов, которые показывают, во сколько раз оплата труда соответствующего разряда больше оплаты работ, тарифицируемых по первому разряду.

Расчет тарифных ставок при индексации 1,15

- с нормальными условиями труда для повременщиков:

$$55,250 \cdot 1,15 = 63,540 \text{ руб.}$$

- с тяжелыми, вредными условиями труда для повременщиков

$$62,200 \cdot 1,15 = 74,970 \text{ руб.}$$

- с особо вредными, опасными и особо тяжелыми условиями труда для повременщиков:

$$74,970 \cdot 1,15 = 86,220 \text{ руб.}$$

Остальные расчеты ведутся по формуле:

$$ЧТС_n = ЧТС_1 \cdot K_n,$$

где ЧТС₁ – часовая тарифная ставка 1-го разряда, руб.;

K_n – тарифный коэффициент n-го разряда.

Расчет годового фонда заработной платы на пример аппаратчика сменного 4 разряда 4 человек:

- по тарифу $1806 \cdot 103,020 \cdot 4 = 744216 \text{ руб.}$

- сумма премии (20%) $744216 \cdot 0,2 = 148843 \text{ руб.}$

Доплата за работу:

- в ночное время $(744216 \cdot 0,4) : 3 = 99229$ руб.

- в праздничные дни $3 \cdot 14 \cdot 103,020 \cdot 12 = 51922$ руб.

Районный коэффициент (15%)

$(744216 + 148843 + 99229 + 51922) \cdot 0,15 = 156632$ руб.

Основная зарплата

$(744216 + 148843 + 99229 + 51922 + 156632) = 1200842$ руб.

Дополнительная зарплата:

$(1200842 / 1806) \cdot 280 = 186177$ руб.

Итого годовой фонд зарплаты:

$1200842 + 186177 = 1387019$ руб.

Отчисления на страховые взносы составляют 31,2 %: пенсионный фонд (22%) фонд социального страхования (2,9%) фонд медицинского страхования (5,1%) на травматизм и проф. заболевания (1,2%).

ФЗП для основных рабочих представлен в таблице № 12 и составляет 5780266 рублей.

$5780266 \cdot 31,2\% = 1803442$ рублей

Фонд заработной платы для вспомогательных рабочих представлен в таблице № 13 и составляет 2400681 рублей.

$2400681 \cdot 31,2\% = 749013$ рублей

Фонд заработной платы для ИТР представлен в таблице № 14 и составляет 3322896 рублей.

$3322896 \cdot 31,2\% = 1036744$ рублей

Премия составляет 50% от тарифного фонда зарплаты. По вспомогательным рабочим доплаты учитываются только для дежурного персонала. Остальные расчёты ведутся аналогично, по соответствующим данным.

Таблица № 12 – Фонд заработной платы основных рабочих

Наименование профессии	Разряд	Списочное число рабочих, чел.	Полезный фонд рабочего времени, ч.	Часовая тарифная ставка, руб.	Тарифный фонд заработной платы	Премия, руб.	Доплаты, руб.	Районный коэффициент, 15%	Основная зарплата, руб.	Дополнительная зарплата, руб.	Всего, руб.
------------------------	--------	-------------------------------	------------------------------------	-------------------------------	--------------------------------	--------------	---------------	---------------------------	-------------------------	-------------------------------	-------------

Ночные		Праздничные							
Аппаратчик сменный	4	4	1806	103,02	744216	148843	99229		
51922	156632	1200842	186177		1387019				
Аппаратчик сменный	5	4	1806	123,88	894909	178982	119321		
62436	188347	1443995	223875		1667870				
Оператор пульта управления сменный	5	4	1806	123,88	894909		178892		
119321	62436	188347	1443995		223875		1667870		
Подменные рабочие	4	3	1806	103,02	558162	111632	74422	51922	
119421	915559	141947	1057507						
Итого	15		3092197		618439	412293	228715		
652747	5004391	775875	5780266						

ФЗП для основных рабочих представлен в таблице № 12 и составляет 5780266 рублей.

Отчисления на страховые взносы = 5780266·31,2%=1803442 рублей

Таблица № 13 – Фонд заработной платы вспомогательных рабочих

Наименование профессии	Разряд	Списочное число рабочих, чел.	Полезный фонд рабочего времени, ч.	Часовая тарифная ставка, руб.	Тарифный фонд заработной платы	Премия, руб.	Доплаты, руб.	Районный коэффициент, 15%	Основная зарплата, руб.	Дополнительная зарплата, руб.	Всего, руб.
------------------------	--------	-------------------------------	------------------------------------	-------------------------------	--------------------------------	--------------	---------------	---------------------------	-------------------------	-------------------------------	-------------

Ночные	Праздничные	Вечерние									
Дежурный слесарь-ремонтник	4	4	1806	103,02	744216	372108					
99229	51922	-	190121	1457596	225984	1683580					
Электромонтер	4	1	1850	87,3	161505	80753	-	-	32301		
41184	315743	47788	363531								
Слесарь	4	1	1850	87,3	161505	80753	-	-	32301	41184	
315743	47788	363531									
Итого	6		1067226		533614	99229	51922	64602	272489		
2089082	320223	2410642									

Фонд заработной платы для вспомогательных рабочих представлен в таблице № 13 и составляет 2410642 рублей.

Отчисления на страховые взносы = 2410642·31,2%=752120 рублей

Таблица № 14 – Расчет годового фонда зарплаты ИТР (руб.)

Должность	Кол-во человек	Оклад	Премия из ФЗП 40%	Районный коэффициент 15%	ФЗП за месяц	Годовой ФЗП
-----------	----------------	-------	-------------------	--------------------------	--------------	-------------

Начальник отделения обогащения	1	32400	12960	4860	50220	602640
Механик	1	15700	6280	3297	25277	303324
Энергетик	1	15700	6280	3297	25277	303324
Старший мастер	1	24200	9680	3630	38962	467544
Мастер смены	4	21300	8520	14265	137172	1646064
Итого	8	43720	29349	276908	3322896	

Фонд заработной платы для ИТР представлен в таблице № 14 и составляет 3322896 рублей.

$3322896 \cdot 31,2\% = 1036744$ рублей

5.2 Расчёт капитальных затрат и амортизационных отчислений

Производственный процесс осуществляется при участии трех элементов: средств труда, предметов труда и трудовой деятельности человека.

В соответствии с Положением по бухгалтерскому учету «Учет основных средств»

(ПБУ 6/97) утвержденным приказом Министерства финансов Российской Федерации

№33-Н от 20 июня 1998г. к основным средствам относится часть имущества,

используемая в качестве средств труда при производстве продукции, выполнении работ в

течение периода, превышающего 12 месяцев или обычный операционный цикл, если он

превышает 12 месяцев.

Расчет капитальных затрат и амортизационных отчислений. Первоначальная стоимость основных средств представляет собой стоимость их приобретения, транспортировки и монтажа или строительства по сложившимся на тот период ценам.

1. Стоимость запасных частей берется в размере-3% от общей стоимости оборудования:

$(4510000 \cdot 3):100 = 135300$ рублей

2. Транспортные расходы принимаются, как 10% от стоимости оборудования:

$(4510000 \cdot 10):100 = 451000$ рублей

3. Заготовительно-складские расходы берутся в размере 1,3% от суммы стоимости оборудования плюс стоимости запасных частей:

$(135300 + 451000) \cdot 1,3:100 = 141163$ рублей

4. Стоимость монтажа принимается в размере 3% от всей стоимости предыдущих расходов:

$(135300 + 451000 + 141163 + 4510000) \cdot 3:100 = 862763$ рублей

5. Неучтенное оборудование принимается в размере 5% от общей стоимости

оборудования:

$(4510000 \cdot 5) : 100 = 225500$ рублей

Расчет амортизационных отчислений производится по средним нормам амортизации. От первоначальной стоимости рассчитывается сумма амортизации на реновацию (полное восстановление).

Амортизация-это денежное возмещение износа основных фондов путем включения части их стоимости в затраты на выпуск продукции.

Таблица № 15 - Расчет амортизационных отчислений по основным производственным фондам.

Наименование основных средств амортизации	Количество	Стоимость за единицу	Общая стоимость	Норма	
Гидроциклон 6	50000	300000	11,2	33600	
Пульподелитель 6	35000	210000	10,3	21630	
Ленточный вакуум-фильтр 2	75000	150000	9,8	14700	
Ленточный вакуум-фильтр (в резерве)	2	75000	150000	9,8	14700
Водокольцевой вакуум-насос	2	45000	90000	11,2	10080
Водокольцевой вакуум-насос (в резерве)	2	45000	90000	11,2	10080
Конвейер 2	38000	76000	6,2	4712	
Итого оборудования		1066000		116712	
Здание1	6500000	6500000	6,5	422500	
Итого	7566000		532002		

Сумма амортизационных отчислений на полное восстановление основных фондов рассчитывается по формуле

$$A_a = N_a \cdot \Phi / 100,$$

где Φ – среднегодовая стоимость основных фондов, рублей

N_a – норма амортизации,

Определена общая стоимость основных производственных фондов 7566 тыс.руб и амортизационные отчисления 532 тыс.руб.

Обоснование проектной мощности ленточного вакуум-фильтра:

$$M = n \cdot a \cdot T_{\text{эф}} \cdot k,$$

где n – производительность ведущего оборудования (ленточный вакуум-фильтр) 450 т/сут,

A – количество единиц ЛВФ (8 шт.),

k – коэффициент интенсивности, 0,97

$T_{\text{эф}}$ – эффективный фонд рабочего времени

$$T_{\text{эф}} = T_{\text{кал}} - T_{\text{ппр}} - T_{\text{то}} ;$$

$T_{\text{ппр}}$ – остановки на плановый ремонт, (20 дней)

$T_{\text{то}}$ – технологические остановки, (0 дней)

$$T_{эф}=365-20-0=345 \text{ дней}$$

$$M=8 \cdot 450 \cdot 345 \cdot 0,97=1204740 \text{ т}$$

$$1204740 \text{ т}=1200000 \text{ т}$$

Равенство соблюдается, проектная мощность экономически обосновывается.

5.3 Группировка издержек для исчисления себестоимости

Расчет энергозатрат ведётся по формуле:

$$\mathcal{E}=n \cdot P \cdot K_{и} \cdot T_{эф} \cdot Ц,$$

где \mathcal{E} – энергозатраты;

n – число техники, шт.;

P – мощность эл. двигателя (берётся из тех. паспорта) кВт/ч;

$K_{и}$ – коэффициент использования эл. двигателя,

$T_{эф}$ – эффективный фонд времени работы техники, час.

$Ц$ – стоимость 1 кВт/ч электроэнергии (3,00 руб. или др.).

Таблица № 16 – Расчет энергозатрат

Оборудование	Номинальная мощность одного эл/двигателя, кВт/ч	Число эл/двигателей, шт.	Коэффициент интенсивности	Энергозатраты, кВт/ч	Энергозатраты, руб.
Гидроциклон 45	6	0,95	256,5	769,5	
Пульподелитель	40	2	0,98	78,4	235,2
Ленточный вакуум-фильтр	52	8	0,92	382,72	1148,16
Насос 40	4	0,97	155,2	465,6	
Конвейер	35	2	0,95	66,5	199,5
Итого			939,32	2817,96	

Энергозатраты за год составят:

$$\mathcal{E}=2817,96 \cdot 24 \cdot 345=23332708,8 \text{ рублей}$$

Себестоимость продукции – один из важнейших экономических показателей

деятельности промышленных предприятий и объединений, выражающий в денежной форме все затраты предприятия, связанные с производством и реализацией продукции.

Себестоимость показывает, во что обходится предприятию выпускаемая им продукция. В

себестоимость включаются перенесенные на продукцию затраты прошлого труда

(амортизация основных фондов, стоимость сырья, материалов, топлива и других

материальных ресурсов) и расходы на оплату труда работников предприятия (заработная плата).

Таблица № 17 – Проектная калькуляция по отделению растворения на калий хлористый, годовой выпуск продукции – 1200000 т/год

Наименование статей расхода Ед. изм. Расход на ед. выработки Расход на всю выработку

Кол-во	Цена, руб.	Сумма, руб.	Кол-во	Сумма, руб.	Кол-во	Сумма, руб.
1. Сырье.	т	1,075	433,945	466,491	1505000	653087225
Хлорид калия						
- пигмент красный	кг	1,12	13,1	14,672	1568000	20540800
- амины	кг	0,15	127	19,05	210000	26670000
Итого:		500,213		700298025		
2. Энергозатраты:						
Вода оборотная	м3	3,200	4,9	15,712	4160000	6383000
Вода промышленная	м3	1,601	5,9	9,462	2081300	7683000
Пар	Гкал	0,225	6,3	1,406	292500	8125000
Электроэнергия	кВт·ч	7,130	3,0	22,183	8873013,6	26619040,8
Продолжение таблицы №17						
Итого:		48,763		48810040,8		
3 З/плата основных произв. рабочих				руб.	4,817	5780266
4 Отчисления на страховые взносы 31.2 %				руб.	1,503	
		1803442				
5 Расходы на амортизацию оборудования				руб.	0,143	172257
6 Цеховые расходы:				в том числе:	руб.	11,785
		14141898				
Зарплата ИТР			2,770		3322896	
Отчисления на страховые взносы					0,864	1036744
Зарплата вспомогательных рабочих					2,008	2410642
Отчисления на страховые взносы					0,626	7522120
Амортизация здания			3,520		4225007	
Содержание ОПФ			0,064		76515	
Текущий ремонт ОПФ				0,07	83650	
Транспортные расходы				0,14	167300	
Стоимость зап. частей				0,041	50190	
Заготовительные-складские расходы					0,018	22401
Охрана труда и техника безопасности					1,349	1618475
Прочие цеховые расходы				0,313	375958	

Итого цеховая себестоимость 567,224 771025928,8
 Определена проектная цеховая себестоимость 771452,4 тыс.рублей, на 1 тонну 567,224
 рублей.

Структура себестоимости по проекту ведется по формуле:

Удельный вес = затраты по статье / себестоимость итого · 100(%).

Таблица № 18 – Структура себестоимости по проекту

Статьи расхода	Сумма, руб.	Удельный вес, %
1. Сырье	700298025	90,78
2. Энергетические затраты	48810040,8	6,32
3. Заработная плата производственных рабочих	5780266	0,75
4. Отчисления на страховые взносы 31,2 %	1803442	0,23
5. Расходы на амортизацию оборудования	172257	0,02
6. Цеховые расходы	14588436	1,90
Итого:	100	

Наибольший удельный вес – это затраты на сырье 90,78%.

5.4 Определение технико-экономических показателей

Таблица № 19 – Техничко-экономические показатели проектируемого производства.

Показатель	Ед. измерения	Проект	Примечание
1. Годовой выпуск продукции	т	1200000	Задание
2. Капитальные вложения (сумма инвестиций по проекту)	руб.	8173000	

Таблица № 15

3. Удельные кап. вложения	руб.	1,06	(8173000/771025928,8)*100
4. Численность всего:	чел.	24	6+6+12
в т.ч. основных рабочих	чел.	12	Таблица № 10
5. Производительность труда			
- в натуральном выражении			
а) на 1 рабочего	т/чел.	100000	1200000/12
б) на 1 работника	т/чел.	50000	1200000/24
- в денежном выражении			
а) на 1 рабочего	руб./чел.	64252160,7	771025928,8/12
б) на 1 работника	руб./чел.	32126080,4	77025928,8/24
6. Фонд зарплаты: всего,	руб.	11513804	Таблица № 12,13,14
В т.ч. основных рабочих	руб.	5780266	Таблица № 12
7. Среднемесячная зарплата			
а) на 1 рабочего	руб.	40140	5780266/12/12

Продолжение таблицы № 19

б)на 1 работника	руб.	39978	11513804/12/24	
8.Себестоимость ед.продукции	руб./т	567,224		Таблица № 17
9.Фондоотдача	руб./руб.	94,3	771025928,8/8173000	
10.Фондовооруженность	руб./чел.	340541,6		8173000/24

По дипломному проекту сумма инвестиций составила 8173000 рублей.

Расчет себестоимости позволил определить цеховую себестоимость на 1 т 567,224 рублей, на годовой выпуск 1200000–тонн в год. Определены технико-экономические показатели и их результаты сведены в таблицу. Цель экономической части дипломного проекта достигнута.

6. Охрана труда и промышленная экология

6.1 Опасные и вредные производственные факторы

Охрана труда – система сохранения жизни и здоровья работников в процессе трудовой деятельности, включающая в себя правовые, социально-экономические, организационно-технические, санитарно-гигиенические, лечебно-профилактические, реабилитационные и иные мероприятия.

Обязанности по обеспечению безопасных условий и охраны труда в организации возлагаются на работодателя.

В целях совершенствования организации работ по охране труда и промышленной безопасности на всех уровнях производства, усиления ответственности должностных лиц по организации работы в области охраны труда и промышленной безопасности в ПАО «Уралкалий» действует система управления промышленной безопасностью и охраной труда в ПАО «Уралкалий» (СУПБиОТ).

Под СУПБиОТ в ПАО «Уралкалий» понимают систему взаимосвязанных социально-экономических, организационно-технических, санитарно-гигиенических и лечебно-профилактических мероприятий, методов и средств Общества, направленных на формирование безопасных условий труда и производства с целью предотвращения несчастных случаев, профессиональных заболеваний, инцидентов и аварий на производстве.

6.2 Мероприятия по технике безопасности

Для понижения травматизма и несчастных случаев на производстве в ПАО «Уралкалий» действует система кардинальных правил. Кардинальные правила ПАО

«Уралкалий» по охране труда – правила, нарушение которых влечет за собой наступление тяжких последствий (несчастный случай на производстве, авария, катастрофа), либо заведомо создает реальную угрозу наступления таких последствий. Существуют восемь кардинальных правил:

1. Запрещаются погрузочно-разгрузочные работы при нахождении людей в опасной близости;
2. Запрещаются работы на высоте без использования страховочной привязи;
3. Запрещается курить и пользоваться курительно-зажигательными принадлежностями в шахте;
4. Запрещается ремонт, обслуживание работающих конвейеров, использовать конвейеры для перемещения людей и грузов;
5. Запрещаются работы в электроустановках, находящихся под напряжением;
6. Запрещаются работы в выработках с незакрепленной и/или не обобранной кровлей;
7. Запрещаются работы и нахождение в зоне призабойного пространства во время работы комбайна.
8. Запрещается переход через конвейера в неполюженном месте (только по специальному переходному мостику).

6.3 Санитарно – технические мероприятия

Опасными производственными факторами в отделении обезвоживания, которые могут привести к травмированию работников при нарушении технологического процесса или при нарушении требований, правил и инструкций по охране труда, являются использование технологического оборудования, транспортного оборудования, эксплуатация грузоподъемных механизмов, обслуживание электроустановок, движущихся и вращающихся частей машин и механизмов.

Техническими средствами защиты аппаратчика от воздействия вредных и опасных

производственных факторов во время работы технологического оборудования является герметизация технологического оборудования, непрерывная работа приточно-вытяжных вентиляционных установок и местной вентиляции. Движущиеся части машин и механизмов должны иметь ограждения, электрооборудование заземлено.

Всем рабочим должна выдаваться сертифицированная спецодежда, специальная обувь и другие средства индивидуальной защиты в соответствии с Типовыми нормами бесплатной выдачи сертифицированных специальной одежды, специальной обуви и других средств индивидуальной защиты работникам, занятым на работах с вредными и (или) опасными условиями труда.

Все рабочие должны быть проинструктированы и обучены по профессии, оказанию первой помощи пострадавшим при несчастных случаях, профессиональных отравлениях и поражениях электрическим током, должны проходить предварительный и периодический медицинские осмотры (обследования) в соответствии с требованиями законодательства РФ и руководствуясь порядком и в сроки, установленные Министерством здравоохранения и социального развития Российской Федерации.

6.4 Противопожарные мероприятия

По характеристике исходных материалов, технологических процессов и готовой продукции отделение обогащение относится к не пожаро- и не взрывоопасным категориям Д (негорючие вещества и материалы в холодном состоянии), за исключением корпуса сушки, отнесенного к пожароопасной категории В. По санитарной характеристике отделение флотации относится к Пв группе. К группе II относятся производственные процессы, протекающие при неблагоприятных метеорологических условиях или связанные с выделением пыли или напряженной физической работой; «в» - процессы,

связанные с намоканием одежды.

Основные противопожарные правила сводятся к следующему:

Для всех производственных помещений должна быть определена категория взрывопожарной и пожарной опасности, а также класс зоны по правилам устройства электроустановок (ПУЭ), которые надлежит обозначить на дверях помещений.

Для обеспечения противопожарного режима все производственные и подсобные помещения, установки, сооружения и склады обеспечиваются средствами тушения пожара (огнетушителями, пожарным гидрантом, кранами). Наружное пожаротушение предусмотрено от существующих пожарных гидрантов, установленных на кольцевом водоводе.

Флотатор должен знать места расположения первичных средств пожаротушения и уметь ими пользоваться.

Масляные отходы, обтирочный материал, а также горючие вещества (флотореагент «оксаль», газоль каталитический) хранить в закрытых металлических емкостях.

Смазочные материалы можно хранить на рабочих местах только в количествах, не более 3-суточной потребности в каждом из видов материалов.

Хранение легковоспламеняющихся веществ (бензин, керосин и др.) на рабочих местах не разрешается.

При загорании электрических установок и кабельных сетей необходимо немедленно снять с них напряжение и тушения производить песком.

Курение разрешается в специально отведенных местах.

6.5 Охрана окружающей среды

В процессе производства хлористого калия галургическим методом образуются твердые, жидкие и газообразные отходы.

Твердые отходы представлены обезвоженными хвостами основной сильвиновой флотации, Галитовые отходы после фильтрования на ленточных вакуум-фильтрах системой конвейеров транспортируются в отделение удаления отходов или на гидрозакладку в выработанное пространство шахты. Количество солевых отходов, подаваемых на гидрозакладку ПУЗВП рудника составляет около 33 % от общего годового количества твердых солевых отходов ПУЗВП рудника.

Внешний вид - соль, представленная естественными кристаллами серого цвета с желтоватым оттенком.

Химический состав отходов: KCl , $NaCl$, $MgCl_2$, $CaSO_4$ и примеси глинистых минералов. Нормируемый показатель - массовая доля KCl и массовая доля воды.

Жидкие отходы – сгущённые глинисто-солевые шламы отделения обогащения транспортируются по шламопроводу в шламохранилище и закладываются в выработанное пространство на ПУЗВП рудника. Глинисто-солевые шламы образуются в результате обесшламливания (удаления нерастворимого остатка) из сильвинитовой руды перед её обогащением.

Сброс глинисто-солевых шламов осуществляется в шламохранилище по выпускам, оборудованным в верхней части шламохранилища; забор рассолов – насосной станцией, расположенной в левобережной части акватории шламохранилища.

Шламохранилище овражного типа оконтуривается естественными земляными дамбами. Ограждающие дамбы перекрывают боковые овраги, впадающие в лог ручья Архангельского в среднем течении, задерживая поверхностный сток и направляя его в нагорные каналы. Ограждающиеся дамбы отсыпаются с послойным уплотнением из суглинистых грунтов.

Твердая фаза суспензии глинисто-солевых шламов состоит из нерастворимого остатка (глинисто-карбонатных минералов), KCl , $NaCl$, $CaSO_4$, $MgCl_2$.

Жидкая фаза является солевым раствором хлоридов калия, натрия, магния. Нормируемый показатель - массовая доля KCl .

Газообразные отходы образуются в сушильном отделении СОФ, при транспортировке сильвинита молотого на участке измельчения, в процессе флотации и в процессе приготовления реагентов. Технологические выбросы (отходящие дымовые газы после сушки хлористого калия в сушильном отделении) оборудованы газоочистными установками, имеющими 2 стадии очистки отходящих газов. В сушильном отделении установлены также аспирационные установки для улавливания пыли хлористого калия и хлористого натрия с конвейеров. Очистка отходящей пыли – мокрая. Оборудование: труба – коагулятор с каплеотделителем.

Предельно-допустимый выброс загрязняющих веществ в атмосферу от аспирационной установки: KCl – 0,285 г/с; Амины – 0,001 г/с; $NaCl$ – 0,101 г/с.

Вывод по проекту

Все информация и расчеты, приведенные в дипломном проекте, актуальны в условиях СОФ БКПРУ-4.

В данном дипломном проекте была изучена краткая характеристика производства отделения обогащения на стадии обезвоживания хвостов в производстве хлористого калия. Произведен расчет материального баланса, расчет основного и вспомогательного оборудования, рассмотрена сущность метода производства фильтрации на ленточных вакуум-фильтрах, показана технологическая схема с автоматизацией производства.

Рассмотрены вопросы техники безопасности, охраны труда, окружающей среды и пожарной безопасности.

На основании произведённых расчётов подобран по ГОСТу ленточный вакуум-фильтр ЛОП 10-7К-01 со следующей характеристикой: длина 10,9 м, диаметр 1,2 м, ширина ленты 1,1 м.

Вспомогательным аппаратом для ленточного вакуум-фильтра был рассчитан и подобран по ГОСТу гидроциклон со следующей характеристикой: диаметр 850 мм, высотой 2210 мм.

Список использованных источников

<http://ilovs.ru/companies/biznes/1048-uralkaliya.html>

Авдохин В.М. Основы обогащения полезных ископаемых. Учебник для вузов: В 2 т.-М.: Издательство Московского государственного университета, 2016

Абрамов А.А. Флотационные методы обогащения: учебник для вузов.- 3-е изд. – М.: Горная книга, 2015.-710с.

https://studopedia.ru/3_33573_obogashchenie-tverdih-othodov-flotatsiey.html

Ляпков А.А. Материальные и тепловые расчеты в химической технологии. Учебное пособие, г. Соликамск 2015

Баранов Д. А. Процессы и аппараты.М.: Академия, 2017г.

Плановский А. Н. Рамм В. М. Каган С.З. Процессы и аппараты химической технологии. М.: Химия, 2018

Руководство по эксплуатации ленточного вакуум-фильтра, г. Соликамск, 2019

Трудовой кодекс РФ от 30.12.2001 № 197-ФЗ (ред. От 31.12.2017)

Р.Н. Парахуда. Автоматизация измерений и контроля, Северо-Западный государственный заочный технический университет, Санкт-Петербург, 2016

Сергеев И.В. Экономика предприятия. – М.: Финансы и статистика, 2017. 304 с.

Паспорт ленточного вакуум-фильтра ЛОП 10-7К-01, 2018

По ТУ 2111-038-00203944-2003 «Калий хлористый, поставляемый на экспорт.

Технические условия»

СТО СПЭКС 001-98 «Калий хлористый, поставляемый на экспорт. Технические условия»;

ГОСТ 4568-95 «Калий хлористый. Технические условия» марка «мелкий»;

<https://www.uralkali.com/ru/about/>

<http://hydrotrend.ru/vakuum-filters/belt-vakuum-filters/belt-vakuum-filters-lop/>

<https://www.docsity.com/ru/flotacionnyy-metod-polucheniya-hloristogo-kaliya-iz-silvinita/1011044/>

https://kali.by/production/technology/enrichment_technology/

<https://www.belstu.by/Portals/0/userfiles/72/LK/LK-1-13-1.pdf>

Иоффе И.Л. Проектирование процессов и аппаратов химической технологии, 2016

