



Об утверждении справочника по наилучшим доступным техникам "Производство неорганических химических веществ"

Постановление Правительства Республики Казахстан от 21 сентября 2023 года № 821.

В соответствии с пунктом 6 статьи 113 Экологического кодекса Республики Казахстан Правительство Республики Казахстан **ПОСТАНОВЛЯЕТ:**

Утвердить прилагаемый справочник по наилучшим доступным техникам "Производство неорганических химических веществ".

2. Настоящее постановление вводится в действие со дня его подписания.

*Премьер-Министр
Республики Казахстан*

А. Смаилов

Приложение
к постановлению Правительства
Республики Казахстан
от 21 сентября 2023 года № 821

Справочник по наилучшим доступным техникам "Производство неорганических химических веществ"

Оглавление

Список схем/рисунков

Список таблиц

Глоссарий

Предисловие

Область применения

Принципы применения

1. Общая информация

1.1. Производство фосфора и фосфорсодержащей продукции

1.1.1. Сырьевая база

1.1.2. Структура и технологический уровень, виды выпускаемой продукции

1.1.3. Техничко-экономические характеристики

1.1.4. Основные экологические проблемы

1.1.5. Снижение воздействия на окружающую среду

1.1.6. Ведение комплексного подхода к защите окружающей среды

1.2. Производство серной кислоты, ЭФК, минеральных удобрений (аммофос) и

ТКФ

1.2.1. Сырьевая база

1.2.2. Структура и технологический уровень

- 1.2.3. Технико-экономические характеристики
- 1.2.4. Основные экологические проблемы
- 1.2.5. Снижение воздействия на окружающую среду
- 1.2.6. Ведение комплексного подхода к защите окружающей среды
- 1.3. Производство плавиковой кислоты
 - 1.3.1. Сырьевая база
 - 1.3.2. Структура и технологический уровень
 - 1.3.3. Технико-экономические характеристики
 - 1.3.4. Основные экологические проблемы
 - 1.3.5. Снижение воздействия на окружающую среду
 - 1.3.6. Ведение комплексного подхода к защите окружающей среды
- 1.4. Производство аммиачной селитры, смешанных азотно-фосфорных удобрений, азотной кислоты, аммиака
 - 1.4.1. Сырьевая база
 - 1.4.2. Структура и технологический уровень, виды выпускаемой продукции
 - 1.4.3. Технико-экономические характеристики
 - 1.4.4. Основные экологические проблемы
 - 1.4.5. Снижение воздействия на окружающую среду
 - 1.4.6. Ведение комплексного подхода к защите окружающей среды
- 1.5. Производство хлора и каустической соды
 - 1.5.1. Сырьевая база
 - 1.5.2. Структура и технологический уровень, виды выпускаемой продукции
 - 1.5.3. Технико-экономические характеристики
 - 1.5.4. Основные экологические проблемы
 - 1.5.5. Снижение воздействия на окружающую среду
 - 1.5.6. Ведение комплексного подхода к защите окружающей среды
- 1.6. Производство хромовых соединений
 - 1.6.1. Сырьевая база Казахстана
 - 1.6.2. Структура и технологический уровень, виды выпускаемой продукции
 - 1.6.3. Технико-экономические характеристики
 - 1.6.4. Основные экологические проблемы
 - 1.6.5. Снижение воздействия на окружающую среду
 - 1.6.6. Ведение комплексного подхода к защите окружающей среды
- 2. Методология определения наилучших доступных техник
 - 2.1. Детерминация, принципы подбора
 - 2.2. Критерии отнесения техник к наилучшей доступной технике
- 3. Применяемые процессы: технологические, технические решения, используемые в настоящее время
 - 3.1. Производство фосфора и фосфорсодержащей продукции

- 3.1.1. Производство желтого фосфора
- 3.1.2. Производство термической фосфорной кислоты
- 3.1.3. Производство кислота ортофосфорной термической марки "А" (пищевая)
- 3.1.4. Производство триполифосфата натрия
- 3.1.5. Производство гексаметафосфата натрия
- 3.1.6. Выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух
- 3.1.7. Сбросы загрязняющих веществ в воду и окружающую среду
- 3.1.8. Отходы производства
- 3.1.9. Потребление топливно-энергетических ресурсов

3.2. Производство серной кислоты, ЭФК, минеральных удобрений (аммофос) и ТКФ

- 3.2.1. Производство серной кислоты
- 3.2.2. Производство ЭФК
- 3.2.3. Производство аммофоса
- 3.2.4. Производство ТКФ
- 3.2.5. Выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух
- 3.2.6. Сбросы загрязняющих веществ в воду и ОС
- 3.2.7. Отходы производства
- 3.2.8. Потребление топливно-энергетических ресурсов

3.3. Производство плавиковой кислоты

- 3.3.1. Описание технологического процесса
- 3.3.2. Выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух
- 3.3.3. Сбросы загрязняющих веществ в воду и ОС
- 3.3.4. Потребление топливно-энергетических ресурсов
- 3.3.5. Отходы производства

3.4. Производство аммиака, слабой азотной кислоты, аммиачной селитры

3.4.1. Производство аммиака

3.4.1.1. Описание технологического процесса

3.4.1.2. Выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух при производстве аммиака

3.4.1.3. Сбросы загрязняющих веществ при производстве аммиака

3.4.1.4. Отходы, образующиеся при производстве аммиака

3.4.2. Производство слабой азотной кислоты

3.4.2.1. Описание технологического процесса производства слабой азотной кислоты

3.4.2.2. Выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух при производстве азотной кислоты

3.4.2.3. Сбросы загрязняющих веществ при производстве азотной кислоты

3.4.2.4. Отходы, образующиеся при производстве азотной кислоты

3.4.3. Производство аммиачной селитры

- 3.4.3.1. Описание технологического процесса производства аммиачной селитры
- 3.4.3.2. Выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух при производстве аммиачной селитры
- 3.4.3.3. Сбросы загрязняющих веществ при производстве аммиачной селитры
- 3.4.3.4. Отходы, образующиеся при производстве аммиачной селитры
- 3.4.5. Потребление топливно-энергетических ресурсов
- 3.5. Производство каустической соды и хлора
 - 3.5.1. Производство каустической соды и хлора
 - 3.5.2. Производство гипохлорита натрия
 - 3.5.3. Установка получения азота
 - 3.5.4. Участок ингибирования соляной кислоты
 - 3.5.5. Выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух
 - 3.5.6. Сбросы загрязняющих веществ в воду и ОС
 - 3.5.7. Отходы производства
 - 3.5.8. Потребление топливно-энергетических ресурсов
- 3.6. Производство хромовых соединений
 - 3.6.1. Производство монохромата натрия - полупродукт
 - 3.6.1.1. Описание технологического процесса производства монохромата натрия - полупродукт
 - 3.6.1.2. Выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух при производстве монохромата натрия
 - 3.6.2. Производство бихромата натрия – продукт, полупродукт
 - 3.6.2.1. Описание технологического процесса производства бихромата натрия - полупродукт
 - 3.6.2.2. Выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух при производстве бихромата натрия
 - 3.6.3. Производство оксида хрома металлургического 349
 - 3.6.3.2. Выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух при производстве хрома металлургического
 - 3.6.4. Производство бихромата калия
 - 3.6.4.1. Описание технологического процесса производства бихромата калия
 - 3.6.4.2. Выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух при производстве бихромата калия
 - 3.6.5. Производство сульфата хрома
 - 3.6.5.1. Описание технологического процесса производства сульфата хрома
 - 3.6.5.2. Выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух при производстве сульфата хрома
 - 3.6.6. Производство ангидрида хромового

3.6.6.1. Описание технологического процесса производства ангидрида хромового
3.6.6.2. Выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух при производстве хромового ангидрида

3.6.7. Производство оксида хрома пигментного - 1 (ОХП)

3.6.7.1. Описание технологического процесса производства оксида хрома пигментного - 1 (ОХП)

3.6.7.2. Выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух при производстве оксида хрома пигментного- 1

3.6.8. Производство оксида хрома пигментного - 2 (ОХП)

3.6.8.1. Описание технологического процесса производства оксида хрома пигментного - 2 (ОХП)

3.6.8.2. Выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух при производстве оксида хрома пигментного- 2

3.6.9. Отходы производства

3.6.10. Потребление топливно-энергетических ресурсов

3.6.11. Водопотребление

368

4.1. Внедрение систем экологического менеджмента

4.2. Внедрение систем энергетического менеджмента

4.3. Контроль качества сырья и топлива, параметры контроля

4.4. Мониторинг выбросов

4.4.1. Общие принципы мониторинга и контроля эмиссий

4.4.2. Компоненты мониторинга

4.4.3. Исходные условия и параметры

4.4.4. Периодический мониторинг

4.4.5. Непрерывный мониторинг. Места установки датчиков

4.5. Техники контроля загрязнения земли/почвы

4.6. Техники управления отходами

4.7. Водопользование и управление сточными водами

4.7.1. Системы сбора сточных вод (раздельная канализация)

4.7.2. Повторное использование и рециркуляция

4.8. Техники снижения уровня шумового воздействия

5. Техники, которые рассматриваются при выборе наилучших доступных техник

5.1. Производство фосфора и фосфорсодержащей продукции

5.1.1. Техники для предотвращения выбросов в атмосферный воздух

5.1.1.1. Снижение выбросов твердых частиц

5.1.1.1.1. Циклоны

5.1.1.1.2. Тканевые фильтры

5.1.1.1.3. Электрофильтры

- 5.1.1.1.4. "Мокрые" пылеуловители
 - 5.1.1.1.5. Комбинации методов очистки
 - 5.1.1.1.5.1. Коагуляционные мокрые пылеуловители
 - 5.1.1.1.5.2. Инерционно-турбулентный аппарат с регулируемой подвижной насадкой (ИТПН с РПН)
 - 5.1.1.2. Конденсация желтого фосфора из печного газа
 - 5.1.1.3. Абсорбция
 - 5.1.2. Техники очистки сточных вод
 - 5.1.2.1. Биологический метод очистки сточных вод
 - 5.1.2.2. Сбор и очистка ливневых и дренажных вод
 - 5.1.2.2.1. Пруд-накопитель
 - 5.1.2.3. Комбинации методов очистки
 - 5.1.2.4. Обезвоживание осадков сточных вод
 - 5.1.2.4.1. Механическое обезвоживание осадков
 - 5.1.2.4.2. Обезвоживание осадков на иловых площадках
 - 5.1.3. Техники контроля загрязнения земли/почвы и управления отходами
 - 5.1.3.1. Утилизация "котельного молока"
 - 5.1.4. Снижение потребления энергии (энергетическая эффективность)
 - 5.1.5. Мониторинг выбросов в атмосферный воздух
 - 5.1.6. Мониторинг сбросов в водные объекты
 - 5.1.7. Мониторинг состояния почвенного покрова
 - 5.1.8. НДТ, направленная на утилизацию (повторное использование) печного газа фосфорного производства в качестве теплотворного горючего компонента
 - 5.1.9. НДТ, направленная на повышение безопасности продукции
 - 5.1.10. НДТ, направленная на предотвращение выбросов путем использования котельного молока в технологических процессах
- 5.2. Производство серной кислоты, ЭФК, минеральных удобрений (аммофос) и ТФК
 - 5.2.1. Техники сокращения эмиссий в атмосферный воздух
 - 5.2.1.1. Инерционно-вихревые пылеуловители (ИВПУ)
 - 5.2.2. Техники контроля загрязнения земли/почвы и управления отходами
 - 5.2.2.1. Предотвращение загрязнения почвенного покрова
 - 5.2.3. Снижение потребления энергии (энергетическая эффективность)
 - 5.2.4. Мониторинг выбросов в атмосферный воздух
 - 5.2.5. Мониторинг сбросов в водные объекты
 - 5.2.6. Мониторинг состояния почвенного покрова
 - 5.2.7. НДТ при производстве серной кислоты

5.2.7.1. НДТ, направленная на снижение эмиссий и повышение степени превращения диоксида серы в системе "Двойное контактирование - двойная абсорбция"

5.2.7.2. Использование тепла охлаждения печного газа для получения энергетического пара

5.2.8. НДТ при производстве ЭФК

5.2.8.1. НДТ, направленная на снижение выбросов фтористых газов при интенсивном дигидратном режиме разложения низкосортного фосфатного сырья

5.2.8.2. Замена карусельных фильтров на ленточные вакуум-фильтры

5.2.9. НДТ при производстве аммофоса

5.2.9.1. НДТ, направленная на сокращение потерь аммиака при двухступенчатой аммонизации фосфорной кислоты с установкой на второй ступени трубчатого реактора

5.2.10. НДТ при производстве ТКФ

5.2.10.1. Использование тепла отходящих газов из ЭТА для выработки перегретого пара высокого давления

5.2.10.2. Двухступенчатая очистка отходящих газов от пыли и фтороводорода в производстве ТКФ

5.3. Производство плавиковой кислоты

5.3.1. Техники для предотвращения выбросов в атмосферный воздух

5.3.2. Техники контроля загрязнения почвы и управления отходами

5.3.3. Снижение потребления энергии (энергетическая эффективность)

5.3.4. Мониторинг выбросов в атмосферный воздух

5.3.5. Мониторинг сбросов в водные объекты

5.3.6. Мониторинг состояния почвенного покрова

5.4. Производство аммиачной селитры, смешанных азотно-фосфорных удобрений, азотной кислоты, аммиака

5.4.1. Техники для предотвращения выбросов в атмосферный воздух

5.4.1.1. Выбросы аммиака (NH_3)

5.4.1.2. Выбросы азота и его соединений

5.4.2. Снижение потребления энергии (энергетическая эффективность)

5.4.3. Мониторинг выбросов в атмосферный воздух

5.4.5. Мониторинг сбросов в водные объекты

5.4.6. Повышение безопасности производственного процесса

5.4.7. Рациональное использование топливно-энергетических ресурсов

5.5. Производство хлора и каустической соды

5.5.1. Техники для предотвращения выбросов в атмосферный воздух

5.5.2. Водопотребление и управление сточными водами

5.5.2.1. Использование более чистого сырья и вспомогательных материалов (выбор типа соли)

- 5.5.2.2. Повторное использование и рециркуляция
- 5.5.2.3. Снижение содержания сульфатов в сточных водах
- 5.5.3. Техники снижения образования отходов
 - 5.5.3.1. Использование отработанной серной кислоты при сушке хлора вместо ее нейтрализации и сброса
 - 5.5.3.2. Реконцентрация отработанной серной кислоты
- 5.5.4. Снижение потребления энергии (энергетическая эффективность)
- 5.5.5. Техники предотвращения загрязнения почвенного покрова
- 5.5.6. НДТ, направленные на оптимизацию технологического процесса
 - 5.5.6.1. НДТ, направленная на эффективное использование природного рассола
 - 5.5.6.2. НДТ, направленная на возобновление соляных залежей и защиту мембран
 - 5.5.6.3. НДТ, направленная на рециркуляцию католита в составе мембранных электролизных установок
 - 5.5.6.4. НДТ, направленная на обеспечение герметичности и прочности электролизной ячейки в ходе эксплуатации
 - 5.5.6.5. НДТ, способствующая повышению степени безопасности предотвращением газообмена
 - 5.5.6.6. Газожидкостное разделение смеси для минимизации колебания перепада давления внутри ячейки и продления срока службы мембраны
 - 5.5.6.7. Модульная система биполярного мембранного электролизера
 - 5.5.6.8. НДТ, направленная на очистку рассола от сульфата
 - 5.5.6.9. Замкнутый цикл охлаждающей и захлажденной воды
 - 5.5.6.10. Возврат анолита после обработки на стадию приготовления рассола
 - 5.5.6.11. Замкнутый цикл серной кислоты, используемой при осушке хлора, который включает в себя установку концентрирования кислоты
- 5.5.7. Мониторинг выбросов в атмосферный воздух
- 5.5.8. Мониторинг сбросов в водные объекты
- 5.5.9. Мониторинг состояния почвенного покрова
- 5.6. Производство хромовых соединений
 - 5.6.1. Техники для предотвращения выбросов в атмосферный воздух
 - 5.6.2. Снижение потребления энергии (энергетическая эффективность)
 - 5.6.3. Мониторинг выбросов в атмосферный воздух
 - 5.6.4. Мониторинг сбросов в водные объекты
 - 5.6.5. Управление отходами
- 6. Заключение, содержащее выводы по наилучшим доступным техникам
 - 6.1. Общие положения
 - 6.1.1. Система экологического менеджмента
 - 6.2. НДТ, направленные на снижение эмиссий в атмосферный воздух
 - 6.2.1. Производство фосфорных соединений

- 6.2.2. Производство серной кислоты
- 6.2.3. Производство ЭФК
- 6.2.4. Производство аммофоса
- 6.2.5. Производство ТКФ
- 6.2.6. Производство аммиака
- 6.2.7. Производство хлора и каустической соды
- 6.2.8. Производство хромовых соединений
- 6.3. НДТ, направленные на снижение эмиссий в водные объекты
 - 6.3.1. Производство хлора и каустической соды
 - 6.3.2. Производство хромовых соединений
- 6.4. НДТ, направленные на снижение нагрузки окружающей среды отходами производства
 - 6.4.1. Производство фосфорных соединений
 - 6.4.2. Производство ЭФК
 - 6.4.3. Производство хлора и каустической соды
 - 6.4.4. Производство хромовых соединений
- 6.5. НДТ, направленные на снижение физического воздействия на окружающую среду
 - 6.6. НДТ, направленные на повышение энергоэффективности
 - 6.6.1. Производство серной кислоты
 - 6.6.2. Производство ТКФ
 - 6.6.3. Производство плавиковой кислоты
 - 6.6.4. Производство аммиака
 - 6.6.5. Производство хлора и каустической соды
 - 6.7. Мониторинг
 - 6.8. Технологические показатели НДТ
 - 6.8.1. Технологические показатели выбросов
 - 6.8.2. Технологические показатели сбросов
 - 6.8.3. Иные технологические показатели
- 7. Перспективные техники
 - 7.1. Производство фосфора и фосфорсодержащей продукции
 - 7.1.1. Использование нефтяного шлама при агломерации фосфоритной мелочи
 - 505
 - 7.1.3. Использование борсодержащих соединений при агломерации фосфоритной мелочи
 - 7.2. Производство серной кислоты, ЭФК, минеральных удобрений (аммофос) и ТКФ
 - 7.2.1. Повышение производительности схем ЭФК и БГС за счет внедрения автоматизированной системы мониторинга процессов

7.2.2. Улучшение качества ТКФ

7.2.3. Расширение ассортимента минеральных удобрений

7.3. Производство плавиковой кислоты

7.4. Производство аммиачной селитры, смешанных азотно-фосфорных удобрений, азотной кислоты, аммиака

7.5. Производство хлора и каустической соды

7.6. Производство хромовых соединений

8. Дополнительные комментарии и рекомендации

Библиография

Приложение А

Список схем/рисунков

Рисунок 1.1. Структура производства неорганических химических веществ в Республике Казахстан

Рисунок 1.2. Объем выпуска продукции на предприятии "ТОО "НДФЗ"

Рисунок 1.3. Схема взаимосвязи цехов на заводе "МУ"

Рисунок 1.4. Грануляция и складирование природной серы

Рисунок 1.5. Области применения серной кислоты

Рисунок 1.6. Производство плавиковой кислоты в РК в период 2014 - 2019 гг., тонн

Рисунок 1.7. Многоступенчатая структура производства продукции на АО "КазАзот"

Рисунок 1.8. Структура АО "КазАзот" по видам выпускаемой продукции

Рисунок 1.9. Объем выпуска аммиака, тонн в год

Рисунок 1.10. Объем производства слабой азотной кислоты на АО "КазАзот" по годам, тонн в год

Рисунок 1.11. Объем выпуска аммиачной селитры, тонн в год

Рисунок 1.12. Доля добычи хромитов по странам, 2018

Рисунок 1.13. Динамика продаж на мировом рынке хрома в 2020 гг

Рисунок 1.14. Доли стран мира в продажах (%) на мировом рынке хрома, 2020

Рисунок 1.15. Объем выпуска продукта / полупродукта на АО "АЗХС", тонн в год

Рисунок 1.16. Объем выпуска продукта / полупродукта, тонн в год

Рисунок 1.17. Концентрация маркерных загрязняющих веществ, мг/НмЗ

Рисунок 2.1. Этапы оценки экономической эффективности внедрения и эксплуатации техники

Рисунок 3.1. Принципиальная технологическая схема получения желтого фосфора

Рисунок 3.2. Процесс спекания агломерата из фосфоритной мелочи

Рисунок 3.3. Технологическая схема агломерации фосфоритной мелочи

Рисунок 3.4. Фосфорная печь

Рисунок 3.5. Принцип действия электрофилтра

Рисунок 3.6. Технологические схемы производства фосфорной кислоты термическим методом

Рисунок 3.7. Технологическая схема производства термической фосфорной кислоты двухстадийным методом

Рисунок 3.8. Принципиальная технологическая схема процесса получения триполифосфата натрия

Рисунок 3.9. Технологическая схема получения гексаметафосфата натрия с использованием едкого натра и печных газов производства желтого фосфора

Рисунок 3.10. Концентрация фосфина (PH_3) по технологическим процессам

Рисунок 3.11. Валовые выбросы маркерных загрязняющих веществ, тонн в год по предприятию ТОО "НДФЗ"

Рисунок 3.12. Принципиальная схема одинарного контактирования производства серной кислоты из серы

Рисунок 3.13. Технологическая схема плавления и очистки серы

Рисунок 3.14. Агрегат плавления твердой серы

Рисунок 3.15. Циклонная печь для сжигания серы

Рисунок 3.16. Схема контактного окисления диоксида серы по схеме с одинарным контактированием

Рисунок 3.17. Схема работы контактного отделения по методу ДКДА

Рисунок 3.18. Принципиальная схема производства серной кислоты из серы методом ДКДА

Рисунок 3.19. Принципиальная схема получения ЭФК

Рисунок 3.20. Схема производства ЭФК в дигидратном режиме

Рисунок 3.21. Усовершенствованная принципиальная схема производства ЭФК дигидратным способом

Рисунок 3.22. Схема ленточного вакуум-фильтра

Рисунок 3.23. Технологическая схема производства аммофоса с РКСГ

Рисунок 3.24. Схема производства гранулированного аммофоса с аммонизатором-гранулятором

Рисунок 3.25. Технологическая схема производства аммофоса с аппаратом БГС и упаркой пульпы

Рисунок 3.26. Принципиальная схема получения аммофоса с промежуточной упаркой суспензии

Рисунок 3.27. Технологическая схема производства аммиака с двухступенчатой аммонизацией

Рисунок 3.28. Схема трубчатого реактора

Рисунок 3.29. Принципиальная схема получения КОФ методом циклонной плавки

Рисунок 3.30. Принципиальная схема циклонного энерготехнологического агрегата

Рисунок 3.31. Технологическая схема производства обесфторенного фосфата в циклонном энерготехнологическом агрегате

Рисунок 3.32. Усовершенствованная технологическая схема производства обесфторенного фосфата методом плавления

Рисунок 3.33. Схема работы аппарата АПН

Рисунок 3.34. Принципиальная схема производства плавиковой кислоты

Рисунок 3.35. Модернизированная принципиальная схема производства плавиковой кислоты

Рисунок 3.36. Схема установки скруббера Вентури

Рисунок 3.37. Технологическая схема производства аммиака

Рисунок 3.38. Технологическая схема агрегата АК- 72

Рисунок 3.39. Принципиальная схема производства аммиачной селитры

Рисунок 3.40. Фактическое потребление природного газа на производство одной тонны аммиака

Рисунок 3.41. Производство каустической соды и хлора электрохимическим методом по мембранной технологии [4]

Рисунок 3.42. Схема разложения хлорида натрия на катион натрия и анион хлора в электролизере

Рисунок 3.43. Схема разложения хлорида натрия на катион натрия и анион хлора в электролизере

Рисунок 3.44. Единичный элемент мембранного электролизера Uhde [79]

Рисунок 3.45. Выбросы маркерных загрязняющих веществ, мг/Нм³

Рисунок 3.46. Схема технологических потоков АО "АЗХС"

Рисунок 5.1. Схема пилотной установки передела желтого фосфора в красный

Список таблиц

Таблица 1.1. Минеральный состав руд основных промышленных месторождений Каратау, вес. %

Таблица 1.2. Сравнительный химический состав характерных проб кускового фосфорита и фосфоритной мелочи

Таблица 1.3. Химический состав фосфоритной пробы различного гранулометрического состава

Таблица 1.4. Химический состав кокса различного гранулометрического состава

Таблица 1.5. Требования к производимой продукции – желтого фосфора

Таблица 1.6. Требования к производимой ТФК марки Б [12]

Таблица 1.7. Требования к производимой продукции – кислота ортофосфорная термическая марки "А" (пищевая)

Таблица 1.8. Условия стабильности обеих форм

Таблица 1.9. Требования к производимой продукции – триполифосфата натрия [13]

Таблица 1.10. Физико-химические свойства ГМФН

Таблица 1.11. Требования к выпускаемой продукции – ГМФН – соответствуют ГОСТ 10678 или спецификации потребителя [14]

Таблица 1.12. Выпуск продукции за период 2015 - 2019 гг.

Таблица 1.13. Характеристика исходного сырья для производства серной кислоты [34]

Таблица 1.14. Характеристика сернокислотных катализаторов

Таблица 1.15. Характеристика исходного сырья для производства ЭФК

Таблица 1.16. Характеристика исходного сырья для производства аммофоса

Таблица 1.17. Характеристика исходного сырья для производства КОФ

Таблица 1.18. Перечень предприятий, производящих серную кислоту из технической серы в Республике Казахстан

Таблица 1.19. Физико-химические показатели технической серной кислоты

Таблица 1.20. Требования к составу ЭФК

Таблица 1.21. Требования к составу аммофоса

Таблица 1.22. Требования к составу ТКФ

Таблица 1.23. Состав флотационного плавикового шпата

Таблица 1.24. Химический состав плавиковой кислоты

Таблица 1.25. ПДК плавиковой кислоты

Таблица 1.26. Физические свойства аммиака

Таблица 1.27. Зависимость давления, плотности жидкости и паров над жидкостью в зависимости от температуры

Таблица 1.28. Зависимость давления насыщенных паров аммиака и плотность жидкости и пара от температуры

Таблица 1.29. Растворимость азотоводородной смеси стехиометрического состава в жидком аммиаке, дм³/кг

Таблица 1.30. Качественные нормативы жидкого аммиака

Таблица 1.31. Требования к качеству слабой азотной кислоты

Таблица 1.32. Физико-химические свойства аммиачной селитры

Таблица 1.33. Кристаллические формы аммиачной селитры

Таблица 1.34. Качественные нормативы аммиачной селитры

Таблица 1.35. Выпуск продукции за период 2015 - 2019 гг.

Таблица 1.36. Основные потребители соляной кислоты, получаемой на предприятии АО "Каустик".

Таблица 1.37. Каустическая сода, Нормы массовых долей примесей в пересчете на 100 % - ный продукт.

Таблица 1.38. Хлор жидкий

Таблица 1.39. Кислота соляная синтетическая (ГОСТ 857) [75]

Таблица 1.40. Кислота соляная ингибированная [76]

- Таблица 1.41. Гипохлорит натрия
- Таблица 1.42. Отбеливатель жидкий серии "Белизна"
- Таблица 1.43. Производственные показатели АО "Каустик" за 2014 – 2018 гг
- Таблица 1.44. План производства АО "Каустик" на 2020 - 2024 гг
- Таблица 1.45. Физико-химические свойства и ПДК продуктов выпускаемых на АО "АЗХС"
- Таблица 1.46. Выпуск продукции АО "АЗХС" в период 2015 - 2019 гг
- Таблица 1.47. Валовые выбросы маркерных загрязняющих веществ
- Таблица 1.48. Удельные выбросы маркерных загрязняющих веществ
- Таблица 3.1. Приблизительный состав печного газа на выходе из печи
- Таблица 3.2. Нормы технологического режима конденсации фосфора
- Таблица 3.3. Методы отвода теплоты из системы
- Таблица 3.4. Содержание триполифосфата натрия в продукте (%) при различных температурах нагревания в течение 150 мин с добавками 1 % NH_4NO_3 и без него
- Таблица 3.5. Материальные потоки на 1 тонну полифосфата натрия
- Таблица 3.6. Материальные потоки на 1 тонну гексаметафосфата натрия
- Таблица 3.7. Выбросы маркерных загрязняющих веществ
- Таблица 3.8. Нормы образования газообразных отходов производства на 1 тонну товарного желтого фосфора
- Таблица 3.9. Выбросы маркерных загрязняющих веществ в производстве желтого фосфора
- Таблица 3.10. Выбросы в атмосферу производства ТФК
- Таблица 3.11. Нормы образования отходов производства на 1 тонну ортофосфорной кислоты пищевой, 100 % H_3PO_4
- Таблица 3.12. Ежегодные нормы образования отходов производства на 1 тонну готового продукта – триполифосфата натрия
- Таблица 3.13. Выбросы в атмосферу производства ТПФН
- Таблица 3.14. Выбросы в атмосферу производства ГМФН
- Таблица 3.15. Характеристика выбросов загрязняющих веществ при производстве желтого фосфора после очистки
- Таблица 3.16. Характеристика выбросов загрязняющих веществ после очистки
- Таблица 3.17. Удельные выбросы маркерных загрязняющих веществ по предприятию ТОО "НДФЗ"
- Таблица 3.18. Валовые выбросы маркерных загрязняющих веществ по предприятию ТОО "НДФЗ"
- Таблица 3.19. Концентрация загрязняющих веществ в сточных водах
- Таблица 3.20. Удельные показатели загрязняющих веществ в сбросах сточных вод
- Таблица 3.21. Нормы образования жидких отходов производства на 1 тонну товарного желтого фосфора

Таблица 3.22. Сточные воды производства ПФК

Таблица 3.23. Сточные воды производства ТПФН

Таблица 3.24. Сточные воды производства ГМФН

Таблица 3.25. Перечень отходов производства желтого фосфора

Таблица 3.26. Нормы образования твердых отходов производства на 1 тонну товарного желтого фосфора

Таблица 3.27. Твердые отходы производства ПФК

Таблица 3.28. Твердые отходы производства ТПФН

Таблица 3.29. Объем образования отходов по предприятию ТОО "НДФЗ"

Таблица 3.30. Нормы расхода сырья, материалов и энергоресурсов в производстве желтого фосфора

Таблица 3.31. Нормы расхода сырья, материалов и энергоресурсов в производстве фосфоритного агломерата

Таблица 3.32. Производство термической ортофосфорной кислоты

Таблица 3.33. Нормы расхода сырья, материалов и энергоресурсов при производстве триполифосфата натрия, Высший сорт

Таблица 3.34. Нормы расхода сырья, материалов и энергоресурсов при производстве триполифосфата натрия, медленно-гидратированный SK

Таблица 3.35. Нормы расхода сырья, материалов и энергоресурсов при производстве триполифосфата натрия, пищевой

Таблица 3.36. Нормы расхода сырья, материалов и энергоресурсов при производстве фосфорно-калийных удобрений ФКУ

Таблица 3.37. Удельные показатели энергоэффективности при производстве желтого фосфора, термической фосфорной кислоты, пищевой фосфорной кислоты, триполифосфата натрия

Таблица 3.38. Расход топливно-энергетических ресурсов и воды в целом по производству фосфорных соединений за 2015 - 2019 гг.

Таблица 3.39. Удельные выбросы маркерных загрязняющих веществ в производстве серной кислоты

Таблица 3.40. Удельные выбросы маркерных загрязняющих веществ в производстве ЭФК

Таблица 3.41. Удельные выбросы маркерных загрязняющих веществ в производстве аммофоса

Таблица 3.42. Удельные выбросы маркерных загрязняющих веществ

Таблица 3.43. Нормы образования отходов производства ТКФ

Таблица 3.44. Объемы образования отходов производства серной кислоты

Таблица 3.45. Нормы образования твердых отходов производства ЭФК

Таблица 3.46. Объем годового потребления сырья, материалов и энергоресурсов (период анализа 2015 - 2019 гг.) при производстве серной кислоты.

Таблица 3.47. Нормы расхода сырья, материалов и топливо - энергетических ресурсов при производстве серной кислоты в соответствии с регламентом

Таблица 3.48. Удельные показатели потребления сырья, материалов и энергоресурсов на 1 тонну серной кислоты

Таблица 3.49. Нормы расхода сырья, материалов и энергетических ресурсов на производство ЭФК

Таблица 3.50. Объем годового потребления сырья, материалов и энергоресурсов (период анализа 2015 - 2019 гг.) в производстве аммофоса

Таблица 3.51. Удельный расход сырья, материалов и энергоресурсов на 1 тонну аммофоса

Таблица 3.52. Нормы расхода основных видов сырья, материалов и энергоресурсов на 1 тонну ТКФ

Таблица 3.53. Фактическое потребление основных видов сырья, материалов и энергоресурсов при производстве ТКФ

Таблица 3.54. Удельный расход сырья, материалов и энергоресурсов на 1 тонну ТКФ

Таблица 3.55. Нормы расхода основных видов сырья и энергоресурсов на одну тонну фтористого водорода

Таблица 3.56. Объемы образования отходов производства

Таблица 3.57. Удельные выбросы маркерных загрязняющих веществ при производстве аммиака

Таблица 3.58. Прочие выбросы загрязняющих веществ при производстве аммиака

Таблица 3.59. Удельные выбросы маркерных загрязняющих веществ при производстве азотной кислоты

Таблица 3.60. Зависимость выхода сокового пара на 1 тонну аммиачной селитры от концентрации АК и АС

Таблица 3.61. Материальный баланс производства аммиачной селитры

Таблица 3.62. Материальный баланс узла донейтрализации раствора аммиачной селитры

Таблица 3.63. Нормы расхода основных видов сырья, материалов и энергоресурсов на выпуск 1 тонну аммиачной селитры (Нобщ.- 34,4 %).

Таблица 3.64. Удельные выбросы маркерных загрязняющих веществ при производстве аммиачной селитры

Таблица 3.65. Проектные показатели энергопотребления Российских аммиачных агрегатов на тонну аммиака

Таблица 3.66. Сравнительные показатели энергопотребления новых Российских аммиачных агрегатов на тонну аммиака

Таблица 3.67. Спецификация основного энергопотребляющего технологического оборудования производства аммиака.

Таблица 3.68. Характеристика насосов и электродвигателей к ним производства аммиака

Таблица 3.69. Нормы расхода сырья и энергоресурсов при производстве аммиака

Таблица 3.70. Спецификация основного энергопотребляющего технологического оборудования производства САК.

Таблица 3.71. Расход сырья, материалов и энергоресурсов агрегатов АК- 72; АК-72М; УКЛ- 7; 1/3,5 на 1 тонну HNO_3 (100 %)

Таблица 3.72. Нормы расхода основных видов сырья, материалов и энергоресурсов на одну тонну 100 % азотной кислоты

Таблица 3.73. Спецификация основного энергопотребляющего технологического оборудования производства аммиачной селитры.

Таблица 3.74. Расход сырья, материалов и энергоресурсов агрегатов АС- 72; АС-72М; АС- 67; АС- 60 на 1 тонну аммиачной селитры

Таблица 3.75. Нормы расхода основных видов сырья, материалов и энергоресурсов на выпуск одной тонны аммиачной селитры (Нобщ- 34,4 %).

Таблица 3.76. Показатели производства аммиака, азотной кислоты и аммиачной селитры и потребление энергоресурсов в 2015 - 2019 годах

Таблица 3.77. Рабочие характеристики электролизера, срок службы и качество продукта [79]

Таблица 3.78. Выбросы маркерных загрязняющих веществ АО "КазАзот"

Таблица 3.79. Выбросы загрязняющих веществ

Таблица 3.80. Нормативы выбросов загрязняющих веществ в атмосферу для АО "Каустик" на 2015 - 2019 годы

Таблица 3.81. Нормативы предельно-допустимых сбросов (ПДС) загрязняющих веществ поступающих со сточными водами АО "Каустик" в накопитель "Былкылдак" на 2015 - 2017 годы

Таблица 3.82. Показатели качества подземных вод (данные мониторинговых данных 2012 – 2014 гг.)

Таблица 3.83. Концентрация загрязняющих веществ в сточных водах

Таблица 3.84. Нормы образования жидких отходов производства на 1 тонну аммиачной селитры

Таблица 3.85. Количество стоков по видам сбросов

Таблица 3.86. Объемы образования отходов производства

Таблица 3.87. Места размещения отходов производства и потребления на АО "Каустик"

Таблица 3.88. Нормативы образования отходов АО "Каустик" на 2011 год "янтарного" списка

Таблица 3.89. Перечень, уровень безопасности и объем предельного образования отходов производства и потребления АО "Каустик" на 2011 – 2015 гг.

- Таблица 3.90. Источники и объемы образования отходов, тонн/год
- Таблица 3.91. Общие сравнительные характеристики электролизеров
- Таблица 3.92. Основные энергетические показатели различных способов получения каустической соды
- Таблица 3.93. Объемы производства продукции и потребление энергоресурсов
- Таблица 3.94. Общее потребление энергоносителей в 2019 году
- Таблица 3.95. Установленная мощность потребителей электроэнергии по направлениям использования
- Таблица 3.96. Основные характеристики компрессоров
- Таблица 3.97. Потребление электроэнергии по направлениям использования
- Таблица 3.98. Выбросы маркерных загрязняющих веществ при производстве монокромата натрия
- Таблица 3.99. Выбросы маркерных загрязняющих веществ при производстве бихромата натрия
- Таблица 3.100. Выбросы маркерных загрязняющих веществ при производстве оксида хрома металлургического
- Таблица 3.101. Выбросы маркерных загрязняющих веществ при производстве бихромата калия
- Таблица 3.102. Выбросы маркерных загрязняющих веществ при производстве сульфата хрома
- Таблица 3.103. Образование сернистого газа для производства сульфата хрома
- Таблица 3.104. Выбросы маркерных загрязняющих веществ при производстве ангидрида хромового
- Таблица 3.105. Выбросы диоксида серы при производстве ангидрида хромового
- Таблица 3.106. Выбросы маркерных загрязняющих веществ при производстве оксида хрома пигментного- 1
- Таблица 3.107. Выбросы маркерных загрязняющих веществ при производстве оксида хрома пигментного- 2
- Таблица 3.108. Удельные показатели образования и размещения отходов на единицу выпуска конечной продукции
- Таблица 3.109. Характеристика объемов образования отходов
- Таблица 3.110. Объем годового и удельного потребления сырья, материалов и энергоресурсов при производстве монокромата натрия (период анализа 2015 - 2019 гг.)
- Таблица 3.111. Сравнительные данные расхода основного сырья и энергоресурсов в производстве монокромата натрия
- Таблица 3.112. Объем годового и удельного потребления сырья, материалов и энергоресурсов (период анализа 2015 - 2019 гг.) производства бихромата натрия
- Таблица 3.113. Сравнительные данные расхода основного сырья и энергоресурсов в производстве бихромата натрия

Таблица 3.114. Объем годового и удельного потребления сырья, материалов и энергоресурсов (период анализа 2015 - 2019 гг.) в производстве ОХМ

Таблица 3.115. Объем годового и удельного потребления сырья, материалов и энергоресурсов (период анализа 2015 - 2019 гг.) в производстве бихромата калия

Таблица 3.116. Объем годового и удельного потребления сырья, материалов и энергоресурсов (период анализа 2015 - 2019 гг.) в производстве хромового ангидрида

Таблица 3.117. Сравнительные данные расхода основного сырья и энергоресурсов в производстве хромового ангидрида

Таблица 3.118. Объем годового и удельного потребления сырья, материалов и энергоресурсов (период анализа 2015 - 2019 гг.) при производстве ОХП- 1

Таблица 3.119. Объем годового и удельного потребления сырья, материалов и энергоресурсов (период анализа 2015 - 2019 гг.) при производстве ОХП- 2

Таблица 4.1. Способы оптимизации систем водопользования, которые нашли широкое распространение в химической промышленности

Таблица 4.2. Сточные воды при производстве неорганических химических веществ

Таблица 5.1. Техники, направленные на повышение энергоэффективности, оптимизацию и сокращение ресурсопотребления при производстве фосфорных соединений

Таблица 5.2. Рекомендации по проведению мониторинга выбросов в атмосферный воздух

Таблица 5.3. Рекомендуемая частота мониторинга сбросов сточных вод в водные объекты

Таблица 5.4. Перечень контролируемых веществ при проведении мониторинга состояния систем водопотребления и водоотведения на предприятиях по производству желтого фосфора и фосфорсодержащей продукции в Республике Казахстан

Таблица 5.5. Перечень контролируемых веществ при проведении мониторинга состояния почвенного покрова на предприятиях по производству желтого фосфора и фосфорсодержащей продукции в Республике Казахстан

Таблица 5.6. Техники, направленные на повышение энергоэффективности, оптимизацию и сокращение ресурсопотребления в производстве фосфорных соединений

Таблица 5.7. Рекомендации по проведению мониторинга выбросов в атмосферный воздух

Таблица 5.8. Перечень контролируемых веществ при проведении мониторинга состояния систем водопотребления и водоотведения на предприятиях по серной кислоте, ЭФК, минеральных удобрений (аммофос) и ТКФ в Республике Казахстан

Таблица 5.9. Перечень контролируемых веществ при проведении мониторинга состояния почвенного покрова на предприятиях по производству серной кислоты, ЭФК, минеральных удобрений (аммофос) и ТКФ в Республике Казахстан

Таблица 5.10. Характеристика выбросов загрязняющих веществ при производстве серной кислоты после очистки отходящих газов

Таблица 5.11. Характеристика выбросов загрязняющих веществ в производстве ЭФК после очистки отходящих газов

Таблица 5.12. Характеристика выбросов загрязняющих веществ при производстве аммофоса после очистки отходящих газов

Таблица 5.13. Уровни выбросов, связанные с применением НДТ при гидротермической переработке природных фосфатов с утилизацией тепла отходящих газов

Таблица 5.14. Уровни выбросов, связанные с применением НДТ

Таблица 5.15. Характеристика выбросов загрязняющих веществ при производстве ТКФ после очистки отходящих газов

Таблица 5.16. Рекомендации по проведению мониторинга выбросов в атмосферный воздух

Таблица 5.17. Контролируемые показатели и методики выполнения измерений (периодические или постоянные) для промышленных выбросов и воздуха рабочей зоны на предприятиях по производству плавиковой кислоты в Республике Казахстан

Таблица 5.18. Перечень контролируемых веществ при проведении мониторинга состояния почвенного покрова на предприятиях по производству плавиковой кислоты в Республике Казахстан

Таблица 5.19. Характеристика выбросов загрязняющих веществ при производстве аммиака после очистки отходящих газов

Таблица 5.20. Характеристика выбросов загрязняющих веществ при производстве азотной кислоты после очистки отходящих газов

Таблица 5.21. Характеристика выбросов загрязняющих веществ при производстве аммиачной селитры после очистки отходящих газов

Таблица 5.22. Техники, направленные на повышение энергоэффективности, оптимизацию и сокращение ресурсопотребления при производстве аммиака

Таблица 5.23. Техники, направленные на повышение энергоэффективности, оптимизацию и сокращение ресурсопотребления при производстве азотной кислоты

Таблица 5.24. Техники, направленные на повышение энергоэффективности, оптимизацию и сокращение ресурсопотребления при производстве аммиачной селитры

Таблица 5.25. Рекомендации по проведению мониторинга выбросов в атмосферный воздух

Таблица 5.26. Перечень контролируемых веществ при проведении мониторинга состояния систем водопотребления и водоотведения на предприятиях по производству аммиачной селитры, смешанных азотно-фосфорных удобрений, азотной кислоты, аммиака

Таблица 5.27. Показатели потребления сырья, материалов и энергоресурсов на производство 1 тонны раствора едкого натра марки РМ (на 100 % NaOH) мембранным методом электролиза

Таблица 5.28. Показатели потребления сырья, материалов, энергоресурсов на производство 1 тонны твердого едкого натра (чешуированного или гранулированного) в пересчете на 100 % NaOH

Таблица 5.29. Рекомендации по проведению мониторинга выбросов в атмосферный воздух

Таблица 5.30. Перечень контролируемых веществ при проведении мониторинга состояния систем водопотребления и водоотведения на предприятиях по производству хлора и каустической соды в Республике Казахстан

Таблица 5.31. Перечень контролируемых веществ при проведении мониторинга состояния почвенного покрова на предприятиях по производству хлора и каустической соды в Республике Казахстан

Таблица 5.32. Техники, направленные на повышение энергоэффективности, оптимизацию и сокращение ресурсопотребления при производстве соединений хрома

Таблица 5.33. Рекомендации по проведению мониторинга выбросов в атмосферный воздух

Таблица 5.34. Перечень контролируемых веществ при проведении мониторинга состояния систем водопотребления и водоотведения на предприятиях по производству хромовых соединений в Республике Казахстан

Таблица 6.1. Технологические показатели, связанные с применением НДТ

Таблица 6.2. Технологические показатели, связанные с применением НДТ

Таблица 6.3. Технологические показатели, связанные с применением НДТ

Таблица 6.4. Технологические показатели, связанные с применением НДТ

Таблица 6.5. Технологические показатели, связанные с применением НДТ

Таблица 6.6. Технологические показатели, связанные с применением НДТ

Таблица 6.7. Технологические показатели, связанные с применением НДТ

Таблица 6.8. Технологические показатели, связанные с применением НДТ

Таблица 6.9. Периодичность измерений загрязняющих веществ

Таблица 6.10. Технологические показатели выбросов, связанные с применением НДТ

Таблица 6.11. Технологические показатели сбросов, связанные с применением НДТ

Таблица 6.12. Технологические показатели образования отходов, связанные с применением НДТ

Глоссарий

В настоящем справочнике по НДТ приняты термины и соответствующие определения:

Агломерация	-	Образование спеканием относительно крупных пористых кусков из мелких частиц руды или пылевидных материалов, при котором легкоплавкая часть материала, затвердевая, скрепляет между собой твердые частицы
Адсорбция	-	Массообменный процесс избирательного поглощения компонента из газовой смеси или жидкости твердым материалом
Пищевая фосфорная кислота		Очищенная от примесей термическая фосфорная кислота
Аммиак	-	Продукт прямого синтеза из азота и водорода с эмпирической формулой NH_3
Аммиачная селитра	-	Азотное минеральное удобрение с эмпирической формулой NH_4NO_3 , получается нейтрализацией азотной кислоты газообразным аммиаком с последующей упаркой раствора и грануляцией плава
Аммофос	-	Водорастворимое концентрированное азотно-фосфорное минеральное удобрение, состоящее в основном из моноаммонийфосфата $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ и частично диаммонийфосфата $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$
Ангидрид	-	Химическое соединение какого-либо неметалла с кислородом, которое можно получить, отнимая воду от соответствующей кислоты
Примесь в атмосфере		Рассеянное в атмосфере вещество, не содержащееся в ее постоянном составе
Источник загрязнения атмосферы	-	Объект, распространяющий загрязняющие атмосферу вещества
Загрязняющее атмосферу вещество	-	Примеси в атмосфере, которые могут оказывать неблагоприятное влияние на здоровье людей и (или) на окружающую среду
Загрязнение атмосферы	-	Изменение состава атмосферы в результате наличия в ней примесей
		Реакция взаимодействия кислоты и основания с образованием соли

Нейтрализация	-	и слабо диссоциирующего вещества
Скруббер Вентури	-	Скоростной газопромыватель, применяемый для очистки фторсодержащих газов от твердых частиц размером < 1 мкм
Область применения наилучших доступных техник	-	Отдельные отрасли экономики, виды деятельности, технологические процессы, технические, организационные или управленческие аспекты ведения деятельности, для которых в соответствии с Экологическим кодексом Республики Казахстан определяются наилучшие доступные техники
Уровни эмиссий, связанные с применением наилучших доступных техник	-	Диапазон уровней эмиссий (концентраций загрязняющих веществ), которые могут быть достигнуты при нормальных условиях эксплуатации объекта с применением одной или нескольких наилучших доступных техник, описанных в заключении по наилучшим доступным техникам, с учетом усреднения за определенный период времени и при определенных условиях
Наилучшие доступные техники	-	Наиболее эффективная и передовая стадия развития видов деятельности и методов их осуществления, которая свидетельствует об их практической пригодности для того, чтобы служить основой установления технологических нормативов и иных экологических условий, направленных на предотвращение или, если это практически неосуществимо, минимизацию негативного антропогенного воздействия на окружающую среду
		Документ, являющийся результатом соответствующего обмена информацией между заинтересованными сторонами, разработанный для определенных видов деятельности и включающий уровни эмиссий, объемов образования, накопления и захоронения основных

Справочник по наилучшим доступным техникам	-	производственных отходов, уровни потребления ресурсов и технологические показатели, связанные с применением наилучших доступных техник, а также заключения, содержащее выводы по наилучшим доступным техникам и любые перспективные техники
	-	Техники, которые наиболее действенны в достижении высокого общего уровня охраны окружающей среды как единого целого
Слабая азотная кислота	-	Минеральная кислота с эмпирической формулой HNO_3 , получаемая окислением аммиака, окислением NO и абсорбцией оксида азота (IV) водой под давлением
Опасная скорость ветра	-	Скорость ветра на установленной высоте, при которой приземная концентрация от источника достигает максимального значения
Абсорбер пенный скоростной	-	Высокоэффективный аппарат колонного типа, применяемый для очистки отходящих газов от пыли, фтористых соединений и аммиака
Теплоизоляция	-	Элементы конструкции, уменьшающие процесс теплопередачи и выполняющие роль основного термического сопротивления в конструкции
Выброс вещества	-	Вещество, поступающее в атмосферу из источника примеси
Инерционно-вихревой пылеуловитель	-	Очищающий аппарат, применяемый для сухой очистки газа от взвешенной в нем пыли, действие которого основано на центробежной силе
Бихромат калия	-	Неорганическое соединение, калиевая соль дихромовой кислоты с химической формулой $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$; получается нейтрализации растворов углекислого калия кристаллическим ангидридом с последующей политермической кристаллизацией растворов бихромата калия

Каустическая сода (едкий натр)	-	Гидроксид натрия с эмпирической формулой NaOH , получаемый электролизом природных рассолов хлорида натрия или каустификацией содового раствора
Сушильная башня	-	Насадочная колонна, в которой происходит осушка воздуха путем противоточного контакта с орошаемой концентрированной серной кислотой
Комплексный подход	-	Подход, учитывающий более, чем одну природную среду. Преимущество данного подхода состоит в комплексной оценке воздействия предприятия на окружающую среду в целом. Это уменьшает возможность простого переноса воздействия с одной среды на другую без учета последствий для такой среды. Комплексный (межкомпонентный) подход требует серьезного взаимодействия и координации деятельности различных органов (ответственных за состояние воздуха, воды, утилизацию отходов и т.д.)
Конденсатор	-	Полая цилиндрическая башня скрубберного типа, орошаемая циркулирующей водой противотоком печному газу, применяемая для сжижения фосфора
Котельное молоко	-	Водная суспензия пыли, уносимой из фосфорной печи с печным газом
Котельная пыль	-	Основной фосфорсодержащий отход электротермического производства желтого фосфора, уловленный в электрофильтрах
Кремнефтористо-водородная кислота	-	Минеральная кислота с эмпирической формулой H_2SiF_6 , образующаяся при взаимодействии плавиковой кислоты с кварцитом
Восстановительный процесс	-	Физико-химический процесс получения металлов из их оксидов отщеплением и связыванием кислорода восстановителем веществом, способным соединиться с кислородом

Доступные техники	-	Техники, достигшие уровня, позволяющего обеспечить их внедрение в соответствующем секторе промышленности с экономической и технической обоснованности, принимая во внимание затраты и преимущества и к которым есть доступ
Окружающая среда	-	Совокупность окружающих человека условий, веществ и объектов материального мира, включающая в себя природную среду и антропогенную среду
Воздействие на окружающую среду	-	Любое отрицательное или положительное изменение в окружающей среде, полностью или частично являющееся результатом экологических аспектов организации
Двойное контактирование - двойная абсорбция	-	Двухстадийный способ окисления диоксида серы и абсорбции сернистого газа, при котором диоксид серы после 3 слоя катализатора отводится в промежуточный абсорбер для поглощения оксида серы (VI) и затем возвращается на 4 слой катализатора для доокисления и последующей абсорбции в моногидратном абсорбере
Загрязнение	-	Прямое или опосредованное внесение в результате деятельности человека веществ, вибрации, высоких температур или шума в атмосферу, водную среду или на земную поверхность, следствием чего является нанесение вреда здоровью человека или ухудшение окружающей среды; порча имущества; снижение качества или невозможность законного использования природных (и иных) благ окружающей среды
Маркерные загрязняющие вещества	-	Наиболее значимые для эмиссий конкретного вида производства или технологического процесса загрязняющие вещества, которые выбираются из группы характерных для такого производства или технологического процесса загрязняющих веществ и с

		помощью которых возможно оценить значения эмиссий всех загрязняющих веществ, входящих в группу
Оксид хрома металлургический	-	Соединение трехвалентного хрома с формулой Cr_2O_3 ; получается восстановлением монохромата натрия серой с дальнейшей прокалкой гидроксида хрома
Моногидратный абсорбер	-	Конечный абсорбер в производстве серной кислоты, в котором образуется безводная серная кислота
Бихромат натрия	-	Неорганическое соединение шестивалентного хрома, натриевая соль дихромовой кислоты с формулой $Na_2Cr_2O_7$; получают реакцией перевода монохромата натрия в бихромат натрия серной кислотой, выделением примесей при концентрировании выпариванием бихроматного раствора из насыщенных растворов в безводной форме
Гексаметафосфат натрия	-	Полифосфат натрия с эмпирической формулой $(NaPO_3)_6$, получение которого основано на нейтрализации едкого натра или раствора динатрийфосфата фосфорной кислотой с последующей сушкой нейтрализованного раствора и плавкой сухих солей
Гипохлорит натрия	-	Хлорсодержащая соль натрия с эмпирической формулой $NaClO$, получаемая абсорбцией влажного хлора разбавленным раствором едкого натра
Монохромат натрия	-	Неорганическое соединение, соль натрия и хромовой кислоты с формулой Na_2CrO_4 ; получается при высокотемпературном окислительном обжиге хромовой руды в присутствии кислорода воздуха и кальцинированной соды (окислители)
		Конденсированный фосфат линейной структуры с эмпирической формулой $Na_5P_3O_{11}$

Триполифосфат натрия	-	0, получаемый на основе нейтрализации фосфорной кислоты кальцинированной содой с последующей сушкой раствора и прокалкой сухих солей
Анализ жизненного цикла	-	Термин "анализ жизненного цикла" употребляется для обозначения анализа воздействия продукта или изделия на окружающую среду на протяжении его жизненного цикла. Анализ жизненного цикла предназначен для оценки суммарного воздействия продукта на окружающую среду в течение всего жизненного цикла этого продукта, то есть, включая сырье, производство, использование, возможную рециркуляцию или повторное использование, а также последующую утилизацию продукта
Классификация продукта	-	Разделение сыпучего продукта, неоднородного по размеру частиц, на две или более фракции частиц определенного размера с помощью просеивающего устройства
Печной газ	-	Фосфорсодержащий газ, отходящий из электрической печи в производстве желтого фосфора
Печной газ (после очистки от пыли и конденсации фосфора)	-	Пылегазовая смесь, образующаяся в электропечи при восстановлении фосфора, содержащая после конденсации фосфора 80-85 % угарного газа (CO).
Оксид хрома пигментный - 1	-	Пигментный оксид хрома, по химическому составу представляет собой оксид хрома (Cr_2O_3), получаемый термическим восстановлением шестивалентного хрома (хромового ангидрида) до трехвалентного хрома оксида хрома
Оксид хрома пигментный - 2	-	Пигментный оксид хрома с формулой (Cr_2O_3), его получение основано на реакции образования гидратированного оксида хрома из монохромата натрия и серы
Плавиновая кислота	-	Водный раствор фтороводорода

Ретроградация	-	Переход P_2O_5 в формы, не пригодные для усвоения растениями
Разрежение	-	Снижение давления воздуха или продуктов сгорания в каналах сооружений и технических систем, способствующее притоку среды в область пониженного давления
Фильтрация	-	Процесс разделения суспензии на жидкую и твердую фазы с помощью фильтров различной конструкции
Хлор жидкий	-	Вещество с эмпирической формулой Cl_2 , получаемое при электролизе природного рассола в производстве гидроксида натрия
Термическая фосфорная кислота	-	Кислота, образующаяся сжиганием элементарного фосфора с образованием фосфорного ангидрида и последующей абсорбцией его раствором фосфорной кислоты
Шлак термофосфорный	-	Твердый отход производства желтого фосфора, состоящий из силикатов кальция
Техники	-	Под техниками понимаются как используемые технологии, так и способы, методы, процессы, практики, подходы и решения, применяемые к проектированию, строительству, обслуживанию, эксплуатации, управлению и выводу из эксплуатации объекта
Технологические нормативы	-	Экологические нормативы, устанавливаемые в комплексном экологическом разрешении в виде: 1) предельного количества (массы) маркерных загрязняющих веществ на единицу объема эмиссий; 2) количества потребления сырья, вспомогательных материалов, электрической и (или) тепловой энергии, иных ресурсов в расчете на единицу времени или единицу производимой продукции (товара), выполняемой работы, оказываемой услуги.
		Химический процесс, сопровождающийся увеличением степени окисления атома

Окислительный процесс	-	окисляемого вещества посредством передачи электронов от атома восстановителя (донора электронов) к атому окислителя (акцептору электронов)
Гранулирование	-	Процесс искусственного превращения порошкообразного или твердого материала в гранулят, в однородные по размеру и единообразной формы зерна – гранулы
Соляная кислота	-	Минеральная кислота с эмпирической формулой HCl, получаемая взаимодействием водорода и хлора в горелке при экзотермической реакции с получением газообразного HCl, который охлаждается и абсорбируется в пленочном абсорбере водой в виде слабой кислоты
Промывка осадка	-	В химической технологии извлечение вещества, растворенного в жидкости, находящейся в порах осадка, освобождение осадка от жидких примесей
Организованный промышленный выброс	-	Промышленный выброс, поступающий в атмосферу через специально сооруженные газоходы, воздуховоды и трубы
Неорганизованный промышленный выброс	-	Промышленный выброс, поступающий в атмосферу в виде ненаправленных потоков газа в результате нарушения герметичности оборудования, отсутствия или неудовлетворительной работы оборудования по отсосу газа в местах загрузки, выгрузки или хранения продукта
Плавиновый шпат флотационный	-	Концентрат флюоритной руды, получаемый путем ее обогащения флотационным методом
Фосфогипс	-	Двуводный кристаллогидрат сульфата кальция, твердый отход производства ЭФК
Фосфорный шлам	-	Коллоидно-механическая суспензия, состоящая из пыли, уносимой из фосфорной печи, содержащей оксиды щелочноземельных металлов,

		алюминия и железа, кремнезем, тонкодисперсный углерод, прочно связанные в агрегаты с элементарным фосфором
Фосфорит	-	Осадочная горная порода, состоящая преимущественно из фосфатных минералов группы апатита, находящихся в скрыто-или микрокристаллической форме
Фосфорно-калийное удобрение	-	Комплексное минеральное удобрение, содержащее фосфор и калий, получаемое из отхода фосфорного производства (котельной пыли)
Фторангидрит	-	Побочный твердый продукт, образующийся в виде сформировавшихся окатышей в производстве плавиковой кислоты
Кормовой обесфторенный фосфат	-	Трикальцийфосфат, получаемый гидротермической переработкой фосфатного сырья, который по составу соответствует требованиям к кормовым фосфатам
Футеровка	-	Облицовка огнеупорными, химически стойкими, а также теплоизоляционными материалами, которыми покрывается внутренняя поверхность печей, топок котлов и прочего оборудования
Хромовая руда	-	Минерал, относящийся к группе шпинелей, где металлы представлены главным образом магнием, железом, хромом, алюминием
Сульфат хрома	-	CrSO_4 (сухой хромовый дубитель); получается восстановлением шестивалентного хрома бихромата натрия до трехвалентного с помощью сернистого газа, образующегося при сжигании серы
Хромовый ангидрид	-	Неорганическое соединение кислорода и хрома, формульный (VI) оксид хрома CrO_3 ; получается путем разложения бихромата натрия серной кислотой;
Шихта	-	Сырьевая смесь для электровозгонки фосфора,

		состоящая из фосфорита, кокса и кварцита
Шлам	-	Суспензия "твердое в жидком", извлекаемая из сточных вод и очистных сооружений
ПДК (предельно-допустимая концентрация)	-	Максимальная концентрация примеси в атмосфере, отнесенная к определенному времени осреднения, которая при периодическом воздействии или на протяжении всей жизни человека не оказывает на него вредного действия, включая отдаленные последствия, и на окружающую среду в целом
Мощность выброса	-	Количество выбрасываемого в атмосферу вещества в единицу времени
Инвентаризация выбросов	-	Систематизация сведений о распределении источников на территории, количестве и составе выбросов
Экологическое разрешение	-	Документ, удостоверяющий право индивидуальных предпринимателей и юридических лиц на осуществление негативного воздействия на окружающую среду и определяющий экологические условия осуществления деятельности
Экстракция	-	Массообменный процесс извлечения компонентов из смесей экстрагентами
ЭФК	-	Кислота, образующаяся при разложении природного фосфата минеральной кислотой (чаще серной) с последующим отделением осадка фильтрованием
Электрофильтр	-	Устройство, в котором очистка газов от аэрозольных, твердых или жидких частиц происходит под действием электрических сил
Электролиз	-	Физико-химический процесс, состоящий в выделении на электродах составных частей растворенных веществ или других веществ, являющихся результатом вторичных реакций на электродах, который возникает при прохождении электрического тока

		через раствор либо расплав электролита
Феррофосфор электротермический	-	Твердый отход производства желтого фосфора, состоящий из фосфидов и силицидов железа
Эмиссия	-	Прямой или опосредованный выпуск в воздушную, водную среду или на земную поверхность веществ, вибрации, высоких температур или шума, возникающих из точечных или рассеянных источников, имеющих в установке
Энерго-технологический агрегат	-	Теплоизолированный агрегат, в котором осуществляются процессы плавления фосфатного сырья и получения пара в производстве ТКФ

Предисловие

Краткое описание содержания справочника по наилучшим доступным техникам: взаимосвязь с международными аналогами

Справочник по наилучшим доступным техникам "Производство неорганических химических веществ" (далее – справочник по НДТ) разработан в целях реализации Экологического кодекса Республики Казахстан (далее – Экологический кодекс) в рамках реализации бюджетной программы Министерства экологии и природных ресурсов Республики Казахстан 044 "Содействие ускоренному переходу Казахстана к зеленой экономике путем продвижения технологий и лучших практик, развития бизнеса и инвестиций" [1].

При разработке справочника по НДТ учтен наилучший мировой опыт с учетом необходимости обоснованной адаптации к климатическим, экономическим, экологическим условиям и сырьевой базе Республики Казахстан, обуславливающим техническую и экономическую доступность наилучших доступных техник в области применения. При разработке справочника по НДТ использовались аналогичные и сопоставимые справочные документы Европейского союза по наилучшим доступным техникам "Крупнотоннажное производство неорганических химических веществ: аммиак, кислоты и удобрения" (Best Available Techniques (BAT) Reference Document for the Manufacture of Large Volume Inorganic Chemicals – Ammonia, Acids and Fertilisers"), "Крупнотоннажное производство неорганических химических веществ: твердые и другие неорганические химикаты" (Best Available Techniques (BAT) Reference Document for the Manufacture of Large Volume Inorganic Chemicals – Solids and Others industry), "Производство специальных неорганических химических веществ" (Best Available Techniques (BAT) Reference Document for the Production of Speciality Inorganic

Chemicals), "Хлор-щелочное производство" (Reference Document on Best Available Techniques for the Production of Chlor-alkali).

Технологические показатели, связанные с применением одной или нескольких в совокупности наилучших доступных техник для технологического процесса определены технической рабочей группой по разработке справочника по наилучшим доступным техникам "Производство неорганических химических веществ".

Текущее состояние эмиссий в атмосферу от промышленных предприятий химической отрасли составляет порядка 7000 тонн в год. Готовность химической отрасли к переходу на принципы НДТ составляет порядка 40 % при несоответствии уровням эмиссий, установленных в сопоставимых справочных документах Европейского союза.

При переходе на принципы НДТ прогнозируемое сокращение эмиссий в окружающую среду составит 60 %, или снижения порядка 4 200 тонн в год.

Предполагаемый объем инвестиций 10,556 млрд. тенге согласно Отчета об экспертной оценке химической отрасли на соответствие принципам НДТ. Внедрение НДТ предусматривает индивидуальный подход к выбору НДТ с учетом экономики конкретного предприятия и готовности предприятия к переходу на принципы НДТ, выбора страны производителя НДТ, мощностных показателей, габаритов НДТ и степени локализации НДТ.

Модернизация производственных мощностей с применением современных и эффективных техник будет способствовать ресурсосбережению и оздоровлению окружающей среды до соответствующих уровней отвечающих эмиссиям стран Организации экономического сотрудничества и развития (ОЭСР).

Информация о сборе данных

Для разработки справочника информация об уровнях выбросов, сбросах, образовании отходов, технологических процессах, оборудовании, технических способах, методах, применяемых при производстве неорганических химических веществ в Республике Казахстан, была собрана в процессе проведения комплексного технологического аудита, правила проведения которого включаются в правила разработки, применения, мониторинга и пересмотра справочников по наилучшим доступным техникам. Перечень объектов для комплексного технологического аудита утвержден уполномоченным органом в области охраны окружающей среды и рассмотрен технической рабочей группой по разработке Справочника по НДТ.

Взаимосвязь с другими справочниками по НДТ

Справочник по НДТ является одним из серии разрабатываемых в соответствии с требованием Экологического кодекса справочников по НДТ:

- 1) Сжигание топлива на крупных установках в целях производства энергии;
- 2) Переработка нефти и газа;
- 3) Производство неорганических химических веществ;

- 4) Производство цемента и извести;
- 5) Энергетическая эффективность при осуществлении хозяйственной и (или) иной деятельности;
- 6) Производство меди;
- 7) Производство цинка и кадмия;
- 8) Производство свинца;
- 9) Производство чугуна и стали;
- 10) Производство изделий дальнейшего передела черных металлов;
- 11) Добыча нефти и природного газа;
- 12) Добыча и обогащение железных руд;
- 13) Добыча и обогащение руд цветных металлов (вкл. драгоценные);
- 14) Утилизация и обезвреживание отходов;
- 15) Добыча и обогащение угля
- 16) Очистка сточных вод при производстве продукции
- 17) Мониторинг эмиссий загрязняющих веществ в атмосферный воздух и водные объекты;
- 18) Утилизация и удаление отходов путем сжигания;
- 19) Производство титана и магния;
- 20) Производство алюминия;
- 21) Производство редких и редкоземельных металлов;
- 22) Промышленные системы охлаждения;
- 24) Производство ферросплавов;
- 24) Очистка сточных вод централизованных систем водоотведения населенных пунктов;
- 25) Обращение с вскрышными и вмещающими горными породами;
- 26) Производство продукции тонкого органического синтеза и полимеров.

Справочник по НДТ "Производство неорганических химических веществ" имеет связь со следующими процессами при осуществлении различных видов деятельности в соответствии с Приложением 3 Экологического кодекса [1]:

Наименование справочника по НДТ	Связанные процессы
Утилизация и обезвреживание отходов	Обращение с отходами
Очистка сточных вод при производстве продукции	Процессы очистки сточных вод
Энергетическая эффективность при осуществлении хозяйственной и (или) иной деятельности	Энергетическая эффективность
Промышленные системы охлаждения	Процессы охлаждения
Мониторинг эмиссий загрязняющих веществ в атмосферный воздух и водные объекты	Мониторинг эмиссий
Утилизация и удаление отходов путем сжигания	Вовлечение отходящих газов в технологический процесс в качестве топливного компонента

Область применения

В соответствии с Приложением 3 Экологического кодекса настоящий справочник по НДТ распространяется на:

- производство основных неорганических химических веществ (аммиака);
- производство неорганических кислот, минеральных удобрений;
- производство твердых и других неорганических химических веществ (оксидов, гидроксидов, солей);
- производство специальных неорганических химикатов.

Область применения настоящего справочника по НДТ, а также технологические процессы, оборудование, технические способы и методы в качестве наилучших доступных техник для области применения настоящего справочника по НДТ определены технической рабочей группой по разработке справочника по наилучшим доступным техникам "Производство неорганических химических веществ".

Справочник по НДТ также распространяется на следующие процессы, связанные с основными видами деятельности, которые могут оказать влияние на объемы эмиссий или масштабы загрязнения окружающей среды:

- хранение и подготовка сырья;
- хранение и подготовка топлива;
- производственные процессы;
- методы предотвращения и сокращения эмиссий, образования и размещения отходов ;
- хранение и подготовка продукции.

Процессы производства, не связанные напрямую с первичным производством, не рассматриваются в настоящем справочнике по НДТ.

Справочник не распространяется на:

- добыча сырья в карьере;
- обеспечение промышленной безопасности или охраны труда.

Вопросы охраны труда рассматриваются частично и только в тех случаях, когда оказывают влияние на виды деятельности, включенные в область применения настоящего справочника по НДТ.

Рассматриваются вопросы обеспечения промышленности производства неорганических химических веществ экологически безопасными технологиями, а также решениями проблем утилизации различных видов отходов с получением новых видов продукции или комплексным использованием техногенных отходов.

Аспекты управления отходами на производстве в настоящем справочнике по НДТ рассматриваются только в отношении отходов, образующихся в ходе основного технологического процесса. Система управления отходами вспомогательных технологических процессов рассматривается в соответствующих справочниках по НДТ

, список которых приведен в Предисловии. В настоящем справочнике по НДТ рассматриваются общие принципы управления отходами вспомогательных технологических процессов.

Принципы применения

Статус документа

Справочник по наилучшим доступным техникам предназначен для информирования операторов объекта/объектов, уполномоченных государственных органов, и общественности о наилучших доступных техниках и любых перспективных техниках, относящихся к области применения справочника по наилучшим доступным техникам с целью стимулирования перехода операторов объекта/объектов на принципы "зеленой" экономики и наилучших доступных техник.

При проведении ПЭК на объектах, получивших комплексное экологическое разрешение на основании внедрения наилучших доступных техник, используются условия и рекомендации, установленные в настоящем справочнике по НДТ.

Положения, обязательные к применению

Положения раздела "6. Заключение, содержащее выводы по наилучшим доступным техникам" справочника по НДТ являются обязательными к применению при разработке заключений по наилучшим доступным техникам.

Необходимость применения одного или совокупности нескольких положений заключения по наилучшим доступным техникам определяется операторами объектов самостоятельно, исходя из целей управления экологическими аспектами на предприятии при условии соблюдения технологических показателей. Количество и перечень наилучших доступных техник, приведенных в настоящем справочнике по НДТ, не является обязательным к внедрению.

На основании заключения по наилучшим доступным техникам, операторами объектов разрабатывается программа повышения экологической эффективности и план мероприятий по охране окружающей среды, направленные на достижение уровня технологических показателей, утвержденных в заключениях по наилучшим доступным техникам.

Рекомендательные положения

Рекомендательные положения имеют описательный характер и рекомендованы к анализу процесса установления технологических показателей, связанных с применением НДТ и к анализу при пересмотре справочника по НДТ:

Раздел 1: представлена общая информация об области применения настоящего Справочника по НДТ, о структуре отрасли, используемых промышленных процессах и технологиях следующих производств:

производство фосфора и фосфорсодержащей продукции;

производство серной кислоты, ЭФК, минеральных удобрений (аммофос) и ТКФ;

производство плавиковой кислоты;

производство аммиачной селитры, смешанных азотно-фосфорных удобрений, азотной кислоты, аммиака;

производство хлора и каустической соды;

производство хромовых соединений.

Раздел 2: описана методология отнесения к НДТ, подходы идентификации НДТ.

Раздел 3: описаны основные этапы производственного процесса или производства конечного продукта, представлены данные и информация об экологических характеристиках установок по вышеуказанным производствам с точки зрения текущих выбросов, потребления и характера сырья, потребления воды, использования энергии и образования отходов.

Раздел 4: описаны методы, применяемые при осуществлении технологических процессов для снижения их негативного воздействия на окружающую среду и не требующие реконструкции объекта, оказывающего негативное воздействие на окружающую среду.

Раздел 5: представлено описание существующих техник, которые предлагаются для рассмотрения в целях определения НДТ.

Раздел 7: представлена информация о новых и перспективных техниках.

Раздел 8: приведены заключительные положения и рекомендации для будущей работы в рамках пересмотра справочника по НДТ.

1. Общая информация

В настоящем разделе приводится информация о структуре производств неорганических химических веществ в Республике Казахстан, рассматриваемых в рамках области применения настоящего Справочника по НДТ, а также описание основных экологических проблем, характерных для области применения настоящего Справочника по НДТ, включая текущие уровни эмиссий, а также потребления энергетических, водных и сырьевых ресурсов.

В Казахстане производятся продукции неорганических химических веществ на основе элементов азота, фосфора, серы, хлора, хрома, натрия, калия, кальция. По технологии неорганических химических веществ можно выделить следующие основные производства:

в Жамбылской области расположены заводы по производству желтого фосфора и фосфорсодержащей продукции, термической ортофосфорной кислоты, триполифосфата натрия, гексаметафосфата натрия, феррофосфора, шлака гранулированного – Товарищество с ограниченной ответственностью "Новоджамбульский фосфорный завод" (далее - ТОО "НДФЗ");

серной кислоты, ЭФК, аммофоса, кормовых фосфатов – Товарищество с ограниченной ответственностью "Завод минеральных удобрений" (далее - ТОО "ЗМУ") ;

производства серной кислоты имеются так же на предприятиях - Товарищество с ограниченной ответственностью "СКЗ-У" (далее - ТОО "СКЗ- У") в Кызылординской области и Товарищество с ограниченной ответственностью "SSAP" (далее - ТОО "SSAP") в Акмолинской области, которые работают по идентичной технологии на основе природной серы;

плавиковая кислота производится в Казахстане на единственном предприятии – Акционерное общество "Ульбинский металлургический завод" (далее - АО "УМЗ"), расположенном в северо-западной части города Усть-Каменогорска;

в Мангыстауской области расположен основной производитель аммиака, слабой азотной кислоты, аммиачной селитры и азотных удобрений в Казахстане (Акционерное общество "КазАзот" (далее - АО "КазАзот"));

акционерное общество "Каустик" (далее - АО "Каустик"), расположенный в Павлодарской области, производит каустическую соду, хлор, соляную кислоту и гипохлорит натрия;

в Актюбинской области расположен завод хромовых соединений Акционерного общества "Актюбинский завод хромовых соединений" (далее - АО "АЗХС"), выпускающий монокромат и бихромат натрия, хромовый ангидрид, хромовые дубители, пигменты и другие вещества.

Следует отметить, что производство чистого желтого фосфора, термической и пищевой ортофосфорной кислоты представлено единственным предприятием в мире ТОО "НДФЗ".

Производство трикальцийфосфата (далее – ТКФ), называемого кормовым обесфторенным фосфатом (КОФ), так же осуществляется на единственном в Казахстане профильном предприятии по переработке природных фосфатов ТОО "ЗМУ". Применяемый метод производства не имеет аналогов в мировой практике.

Структура химической промышленности неорганических веществ Казахстана исторически предопределена наличием и разработкой природных ископаемых таких как: фосфориты, хромосодержащие руды, рассолы, природный газ и др. (Рисунок 1.1).

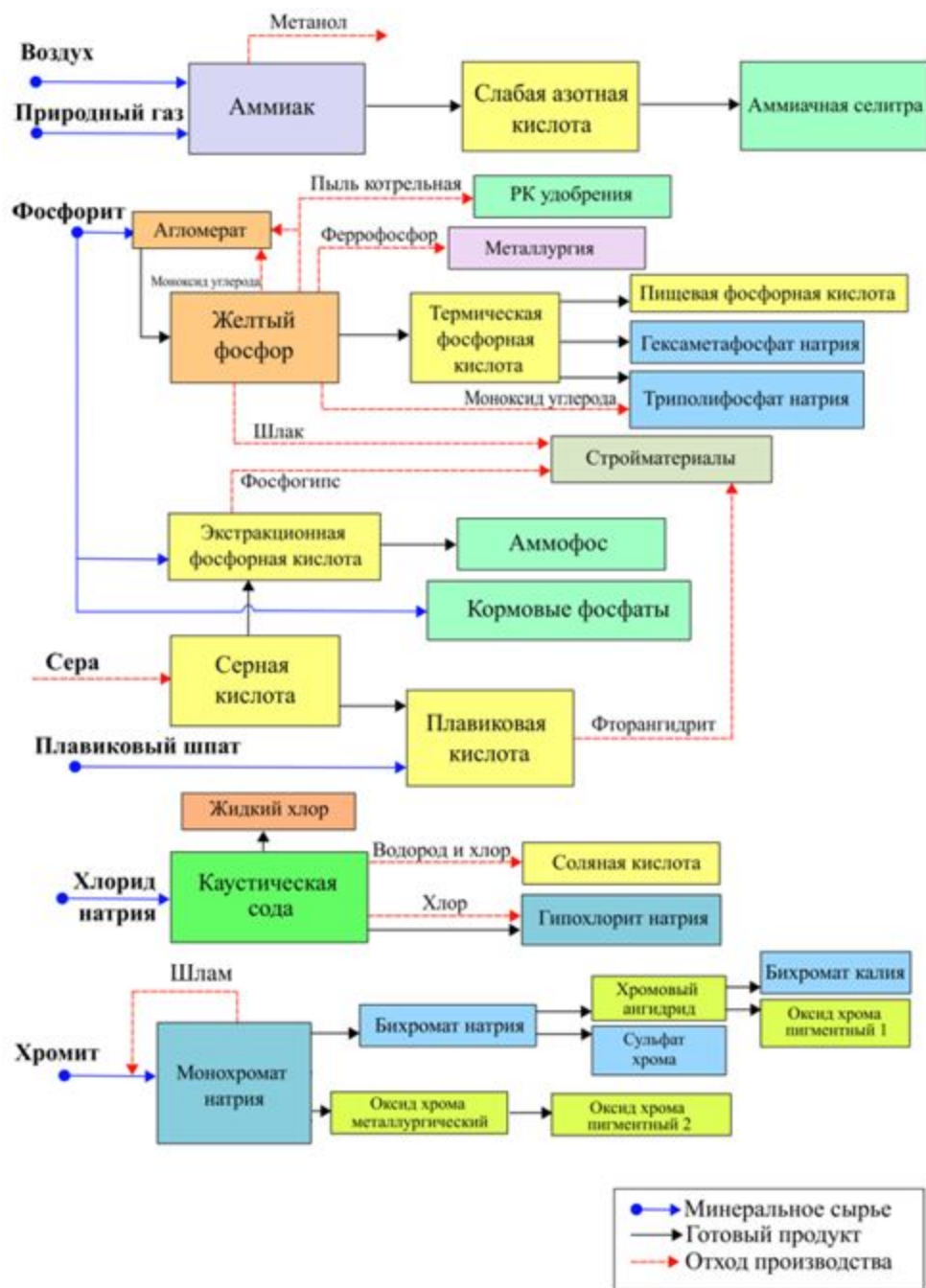


Рисунок 1.1. Структура производства неорганических химических веществ в Республике Казахстан

1.1. Производство фосфора и фосфорсодержащей продукции

Товарищество с ограниченной ответственностью "Казфосфат" (далее – ТОО "Казфосфат") представлен следующими предприятиями: Горно-перерабатывающий комплекс "Каратау", Горно-перерабатывающий комплекс "Чулактау", ТОО "НДФЗ", ТОО "ЗМУ", Железнодорожно-транспортный комплекс, Степногорский химический завод, Шымкентский завод моющих средств [9].

ТОО "НДФЗ" представляет собой химический завод по выпуску желтого фосфора и фосфорсодержащей продукции, расположен в 15 км северо-западнее перспективной границы г. Тараз вдоль северных склонов горы Улкен-Бурул хребта "Малый Каратау". Общая площадь завода составляет 644,75 га.

В состав предприятия входят следующие основные производства:

производство агломерата в составе трех агломашин АКМ- 312;

производство желтого фосфора в составе 1 блока с четырьмя рудотермическими электропечами типа РКЗ- 80Ф-И1, мощностью 80 МВт каждая;

производство технической термической ортофосфорной кислоты в составе двух технологических ниток;

производство технического триполифосфата натрия в составе четырех технологических ниток;

производство технического гексаметафосфата натрия в составе одной технологической нитки;

выпуск гранулированного термофосфорного шлака;

выпуск феррофосфора;

выпуск технического гранулированного триполифосфата натрия;

выпуск пищевой ортофосфорной кислоты;

выпуск пищевого триполифосфата натрия.

На предприятии впервые в мировой практике внедрена технология получения желтого фосфора из агломерированной мелочи фосфорного сырья.

На сегодняшний день ТОО "НДФЗ" является единственным поставщиком в СНГ и ЕС фосфора в Чехию, Польшу, Швейцарию, Англию, Америку, Италию, - практически во все компании Европы, потребляющие фосфор. Триполифосфат в основном реализуется в российские компании, термическую фосфорную кислоту - страны СНГ, гексаметафосфат покупают Россия и США.

Фосфор и его соединения широко применяются в различных отраслях народного хозяйства: в спичечной отрасли, в металлургии – для легирования чугуна и стали, в химической промышленности – для пропитки тканей, пластмасс, древесины, что придает им огнестойкость, для получения буровых жидкостей, зубной пасты, многих пищевых и фармацевтических препаратов. Широкое применение соединений фосфора получили в производстве фосфорорганических соединений (тиофоса, карбофоса и т. п.)

Филиалом освоен выпуск медленногидратируемого ТПФН. При производстве желтого фосфора в печи образуются расплавленные продукты – из которых производят гранулированный шлак и феррофосфор.

Гранулированный шлак используется при дорожном строительстве и в производстве цемента. Четыре марки выпускаемого заводом феррофосфора широко используются в отечественной металлургии и экспортируются в другие страны.

1.1.1. Сырьевая база

Основным сырьевым ресурсом для производства желтого фосфора, фосфорных кислот и его солей, а также минеральных удобрений является один из самых богатейших месторождений фосфоритов в мире – Каратауский бассейн, объединяющий более 45 партий, запасы которых были оценены более одного миллиарда тонн [10]. Вещественный состав фосфоритов Каратау приведен в таблице 1.1.

Таблица 1.1. Минеральный состав руд основных промышленных месторождений Каратау, вес. %

№ п/п	Минерал	Аксай		Чулактау		Джанатас			
		глубокие зоны	поверхно- стная зона	кремнист о-карбон- атные руды	метамор- физованн ые руды	верхний + нижний пласты		средний пласт	
						глубокие зоны	поверхно- стные зоны	глубокие зоны	поверхно- стные зоны
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Апатит	0,2	0,5	2,1	20,0	0,2	0,5	0,4	1,0
2	Фтор карбонат апатит	59,0	62,0	60,0	43,3	64,4	67,5	42,0	46,3
3	Доломит	16,5	7,5	14,0	11,0	11,0	3,2	8,3	1,3
4	Кальций	–	5,8	0,1	5,0	–	4,9	–	1,0
5	Халцедон	2,5	2,5	4,4	4,0	6,2	5,2	23,0	22,1
6	Кварц	6,5	6,3	6,0	5,6	7,0	7,0	9,0	8,0
7	Полевой шпат	4,4	4,4	3,7	3,7	3,5	3,5	5,0	5,0
8	Гидросл юды	7,9	7,5	5,6	1,8	4,9	4,2	9,3	11,8
9	Силикат ы магния	0,5	0,5	2,0	3,0	0,3	0,3	0,3	0,3
10	Пирит и марказит	0,7	0,1	0,8	0,8	0,8	0,2	0,8	0,2
11	Гидрокси ды железа	–	0,5	–	–	–	0,5	–	0,5
12	Гипс	–	1,6	–	–	–	1,2	–	1,2
13	Органиче ское вещество	0,2	0,2	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2
14	Прочие (п о разности от 100 %)	1,6	1,0	1,2	1,7	1,5	1,6	1,7	1,1

Минералы нерастворимого остатка представлены главным образом халцедоном и в меньшей степени кварцем, полевым шпатом, слюдой и вторичным кварцем. Из

6	-0,1	87,1	-	-	-	-	-	-	-	-
---	------	------	---	---	---	---	---	---	---	---

1.1.2. Структура и технологический уровень, виды выпускаемой продукции

Характеристика продукции ТОО "НДФЗ"

Желтый фосфор

Химическая формула – P_4 . Применение – производство красного фосфора, ортофосфорной и полифосфорной кислот, сульфидов и других фосфорных соединений. Упаковка – специальные железнодорожные цистерны с предохранительным кожухом, танк-контейнеры или стальные бочки стандарта ООН. Маркировка – с нанесением манипуляционных знаков и знаков опасности.

Транспортировка – в специализированных железнодорожных цистернах, танк-контейнерах, универсальных 20-футовых контейнерах. Хранение – в бочках или закрытых обогреваемых емкостях под слоем воды, срок хранения не ограничен. Техническое наименование – фосфор желтый товарный согласно ГОСТ - 8986 [11] должен удовлетворять следующим требованиям (таблица 1.5).

Таблица 1.5. Требования к производимой продукции – желтого фосфора

№ п/п	Наименование показателей	Нормы для марки	
		А	В
		ОКП 21 12410100	ОКП 21 12411200
1	2	3	4
1	Внешний вид	Парафинообразная масса от светло-желтого до зелено-желтого цвета	Парафинообразная масса от зелено-желтого до буро-зеленого цвета
2	Массовая доля фосфора, %, не менее	99,9	99,5
3	Массовая доля нерастворимого остатка, %, не более -в бензоле -в сероуглероде	0,1 0,1	0,5 -
4	Массовая доля шлама, %, не более	отсутствие	отсутствие

Термическая фосфорная кислота (ТФК) техническая

Термическая фосфорная кислота предназначена для химической пищевой и других отраслей промышленности. В зависимости от области применения термическая ортофосфорная кислота должна выпускаться следующих марок: А - пищевая; Б – техническая (таблица 1.6), предназначенная для производства реактивной и пищевой фосфорных кислот, технических фосфорных солей, кормовых фосфатов, удобрений и других целей.

Таблица 1.6. Требования к производимой ТФК марки Б [12]

№ п/п	Наименование сырья,	ГОСТ, ОСТ, ТУ, регламент или	Регламентируемые показатели с

	материалов и полупродуктов	методика на подготовку сырья	Показатели, обязательные для проверки	допустимыми отклонениями
1	2	3	4	5
1	Кислота ортофосфорная термическая	ГОСТ 10678 1÷6 I-й сорт ОКП 21.21 41.0130II-й сорт ОКП 21.21 41.0140	<p>Внешний вид</p> <p>Массовая доля ортофосфорной кислоты</p> <p>Массовая доля хлоридов, %</p> <p>Массовая доля сульфатов, %</p> <p>Массовая доля нитратов, %</p> <p>Массовая доля железа</p> <p>Массовая доля тяжелых металлов сероводородной группы (Pb), %</p> <p>Массовая доля мышьяка, %</p> <p>Массовая доля восстанавливающих веществ в пересчете на H_3PO_3, %</p>	<p>Внешний вид - бесцветная или темно-серого цвета жидкость в слое 15 - 20 мм при рассмотрении на белом фоне</p> <p>Массовая доля ортофосфорной кислоты (H_3PO_4), %, не менее: 1 сорт - 73; 2 сорт - 73</p> <p>Массовая доля хлоридов, %, не более: 1 сорт - 0,01, 2 сорт - 0,02</p> <p>Массовая доля сульфатов, %, не более: 1 сорт - 0,015, 2 сорт - 0,02</p> <p>Массовая доля нитратов, %, не более: 1 сорт - 0,0005, 2 сорт - 0,001</p> <p>Массовая доля железа, %, не более: 1 сорт - 0,01, 2 сорт - 0,015</p> <p>Массовая доля тяжелых металлов сероводородной группы (Pb), %, не более: 1 сорт - 0,002, 2 сорт - 0,005</p> <p>Массовая доля мышьяка, %, не более: 1 сорт - 0,006, 2 сорт - 0,008</p> <p>Массовая доля восстанавливающих веществ в пересчете на H_3PO_3, %, не более: 1 сорт - 0,2, 2</p>

			веществ в пересчете на H_3PO_3	сорт – не нормируется
			Массовая доля взвешенных частиц	Массовая доля взвешенных частиц, %, не более: 1 сорт - выдерживает испытание, 2 сорт – 0,3
				Наличие желтого фосфора (P_4): не нормируется
				Наличие метафосфорной кислоты HPO_3 : выдерживает испытание

По требованию потребителя ортофосфорная кислота марки Б может поставляться с массовой долей ортофосфорной кислоты 78 - 80 %.

Ортофосфорная термическая кислота марки "А" (пищевая)

Фосфорная кислота марки "А" (пищевая) - бесцветная прозрачная жидкость. Плотность 73 %-ной кислоты $1,551 \text{ г/см}^3$, с водой фосфорная кислота смешивается в любых соотношениях.

Пищевая ортофосфорная кислота применяется в производстве синтетических лекарственных средств, пищевых фосфатов, на заводах синтетического каучука, в производстве катализатора для получения изопрена.

Физико-химические показатели ортофосфорной термической кислоты марки "А" должны соответствовать требованиям ГОСТ 10678, указанным в таблице 1.7. [12]

Таблица 1.7. Требования к производимой продукции – кислота ортофосфорная термическая марки "А" (пищевая)

№ п/п	Наименование показателя	Норма
1	2	3
1	Внешний вид	бесцветная жидкость прозрачная в слое 15 - 20 мм при рассмотрении на белом фоне.
2	Массовая доля ортофосфорной кислоты (H_3PO_4), %, не менее	73
3	Массовая доля хлоридов, %, не более	0,005
4	Массовая доля сульфатов, %, не более	0,01
5	Массовая доля нитратов, %, не более	0,0003
6	Массовая доля железа, %, не более	0,005

7	Массовая доля тяжелых металлов сероводородной группы (Pb), %, не более	0,0005
8	Массовая доля мышьяка (As), %, не более	0,0001
9	Массовая доля восстанавливающих веществ в пересчете H_3PO_3 , %, не более	0,1
10	Наличие метафосфорной кислоты (HPO_3)	выдерживает исп.по п.3.13 ГОСТ 10678 с изм.1 - 6
11	Массовая доля взвешенных частиц, %, не более	выдерживает исп.по п.3.14 ГОСТ 10678 с изм.1 - 6
12	Наличие желтого фосфора (P_4)	выдерживает исп.по п.3.15 ГОСТ 10678 с изм.1 - 6

Триполифосфат натрия

Эмпирическая формула $Na_5P_3O_{10}$. Относится к конденсированным фосфатам линейной структуры. Триполифосфат натрия – порошок белого цвета, не горюч, не ядовит. Удельный вес 2500 кг/м^3 . Температура плавления $622 \text{ }^\circ\text{C}$, в чистом виде достаточно устойчив до температуры плавления, при дальнейшем повышении температуры разлагается на мета- и пиропфосфат.

Триполифосфат натрия хорошо растворим в воде. Растворимость при $20 \text{ }^\circ\text{C}$ (форма II) до 50 г в 100 мл воды. Триполифосфат натрия мало гигроскопичен, при поглощении воды образует 6-ти и 10-водные гидраты. Триполифосфат натрия оказывает корродирующее действие на алюминий, бронзу, медные сплавы, цинк и железо, образует с кальцием и магнием комплексные соединения, растворимые в воде.

Существует две изомерных кристаллических формы триполифосфата натрия. $Na_5P_3O_{10}$ -I - высокотемпературная форма, $Na_5P_3O_{10}$ -II - низкотемпературная форма (таблица 1.8).

Таблица 1.8. Условия стабильности обеих форм

№ п/п	T °C	$Na_5P_3O_{10}$ -I	$Na_5P_3O_{10}$ -II
1	2	3	4
1	До 250	нестабильный	стабильный
2	300 - 450	нестабильный	стабильный
3	450 - 600	стабильный	нестабильный
4	Свыше 625	нестабильный	нестабильный

Обе формы дают идентичные водные растворы и кристаллогидраты $Na_5P_3O_{10} \cdot 6H_2O$, обладают одинаковыми показателями pH, химическими свойствами и скоростью гидролиза. Безводные формы I и II растворяются необратимо с выделением тепла.

Основная часть триполифосфата натрия расходуется на производство синтетических моющих средств. Триполифосфат натрия используется также в текстильной и кожевенной промышленности (отбелка тканей, мойка шерсти и т.п.), для флотации руд, в качестве активного диспергатора для красок, а также суспензий углекислого кальция, магния и т.д., в электролитических процессах, в производстве синтетического каучука, для умягчения воды в силовых и промышленных установках с целью предупреждения выпадения осадка, как стабилизирующее средство в растворах пергидроля, при бурении нефтяных скважин, в производстве бумаги для отбеливания пульпы, в производстве цемента и в ряде других производств. Пищевой триполифосфат натрия применяют при производстве плавленых сыров в качестве солеплавителя, при производстве колбасных изделий, копченостей.

Таблица 1.9. Требования к производимой продукции – триполифосфата натрия [13]

№ п/п	Наименование показателей	Норма для марки		
		Пищевой	Технический	
			Высший сорт	1-й сорт
1	2	3	4	5
1	Внешний вид	Рассыпающийся порошок белого цвета		
2	Массовая доля общей пятиоксида фосфора (P_2O_5), %, не менее	57	57	56,5
3	Массовая доля триполифосфата натрия ($Na_5P_3O_{10}$), %, не менее	94	94	92
4	Массовая доля первой формы триполифосфата натрия, %, не более	10	10	10
5	Массовая доля не растворимых в воде веществ, %, не более	0,1	0,1	0,13
6	Массовая доля железа (Fe), %, не более	0,01	0,01	0,02
7	Массовая доля тяжелых металлов, осаждаемых сероводородом, (Pb), %, не более	0,002	не нормируется	
8	Массовая доля мышьяка, (As), %, не более	0,004	не нормируется	

9	рН 1 %-го водного раствора	9,7 ± 0,3		
10	Гранулометрический состав, %, не менее, проходит через сито с размерами стороны ячейки в свету 0,25 мм	97	97	97
11	Сыпучесть, %, не менее	30	30	30
12	Степень белизны, %, не менее	80	80	80

Технический триполифосфат 1-го сорта, предназначенный для горнорудной промышленности, допускается изготавливать с массовой долей общей пятиокси фосфора (P_2O_5) не менее 53,5 % и мышьяка не более 0,01 % (таблица 1.9).

Гексаметафосфат натрия (ГМФН)

Химическое название – полифосфат натрия. Тривиальные названия – гексаметафосфат натрия, соль Грэма, стекловидный фосфат натрия. Эмпирическая формула $(NaPO_3)_6$. Суммарная формула $(NaPO_3)_n$, т.е. $Na_n P_n O_{3n}$, где $n = 6 - 25$.

Растворимые полифосфаты натрия получают посредством плавления с последующим охлаждением ортофосфатов натрия. Эти соединения составляют класс, состоящий из нескольких аморфных, растворимых в воде полифосфатов, имеющих структуру линейной цепи метафосфатных единиц $(NaPO_3)_x$, где $x > 2$, законченных группами Na_2PO_4 . Свойства этих веществ определяются отношением в них Na_2O/P_2O_5 или содержанием P_2O_5 .

Для соли Грэма, обычно называемой гексаметафосфатом натрия (ГМФН), отношение $Na_2O/P_2O_5 \approx 1,1$.

Таблица 1.10. Физико-химические свойства ГМФН

№ п/п	Свойство	Показатель	Свойство	Показатель
1	2	3	4	5
1	Молекулярный вес	$(101,96)_n H_2O$	Растворимость в воде (20 °С)	63 - 65 кг/м ³
2	Плотность при 20 °С	2484 кг/м ³	рН 1 % водного раствора	4,5 - 7,8
3	Насыпной вес	1100 - 1500 кг/м ³	Температура плавления	628 °С

Полифосфат натрия мелкий, сыпучий, свободно текущий порошок без запаха, белого цвета или со слегка зеленоватым оттенком. Гигроскопичен, медленно

растворяется в воде. В водных растворах подвергается гидролизу, образуя триметафосфат натрия и ортофосфат натрия. С повышением температуры выше 80 °С процесс гидролиза ускоряется (таблица 1.10).

Технический полифосфат натрия не токсичен, пожаро- и взрывобезопасен. Требования к выпускаемой продукции ГМФН приведены в таблице 1.11.

Полифосфат натрия используется для химической обработки воды, в пищевой промышленности, при подготовке комбикормов, а также в текстильной промышленности для предупреждения образования на тканях кальциевых солей, красильной промышленности (пигменты), керамической промышленности (размягчитель), в железнодорожных и промышленных силовых установках для умягчения воды, в нефтяной промышленности при бурении скважин и при производстве чистящих средств.

Таблица 1.11. Требования к выпускаемой продукции – ГМФН – соответствуют ГОСТ 10678 или спецификации потребителя [14]

№ п/п	Наименование показателей	ГОСТ	Нормы по спецификации потребителя		
			Гекса 68 – технический*	SGMPNSFS **	SGMPNSFSF***
1	Внешний вид	стекловидное прозрачное вещество в виде кусков бесцветных или желтовато-зеленоватого оттенка	мелкий, свободно текущий порошок белого цвета	свободно текущий крупнозернистый порошок с кристаллами бесцветными или желтовато-зеленоватого оттенка	
2	Массовая доля полифосфата натрия в пересчете на P ₂ O ₅ , %	не менее 61,5	не менее 68	не менее 67	не менее 68
3	Массовая доля неактивных фосфатов в пересчете на P ₂ O ₅ , %	не более 7			
4	Массовая доля не растворимых в воде веществ, %	не более 0,07	не более 0,08	не более 0,15	не более 0,15
5	pH 1 %-го водного раствора		5 – 7	6 – 7	6 – 7

6	Массовая доля железа, ppm		не более 100	не более 100	не более 100
7	Массовая доля As, ppm			не более 40	не более 5
8	Массовая доля Pb, ppm			в сумме не более 3	в сумме не более 3
9	Массовая доля Cd, ppm				
10	Массовая доля Hg, ppm				
11	Потеря при прокалке (550°C), %			не более 1	не более 1
12	Длина цепи полимера			12 - 17	18 - 21
13	Гранулометрический состав, масс. доля частиц размером :				
	более 5 мм, %			отсутствие	отсутствие
	более 2 мм, %		не более 0,2		
	более 1 мм, %		не более 0,6		
	более 1 мм, %			не более 50	не более 50
	более 0,25 мм, %			не менее 75	не менее 75

Примечание:

*Полифосфат натрия технический К 68 %, порошок.

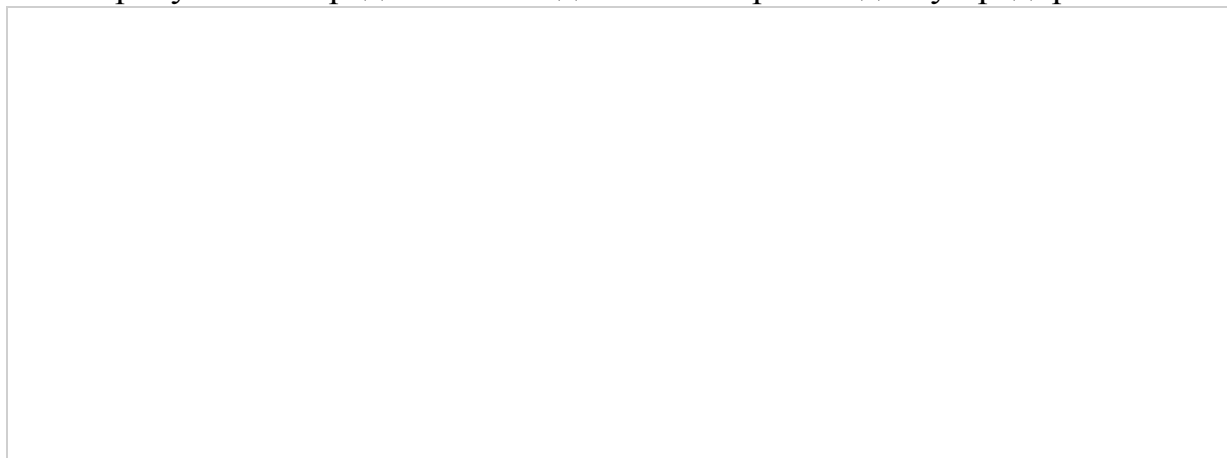
** Полифосфат натрия технический К 68 %, TG, MCh, крупнозернистый, тип S.

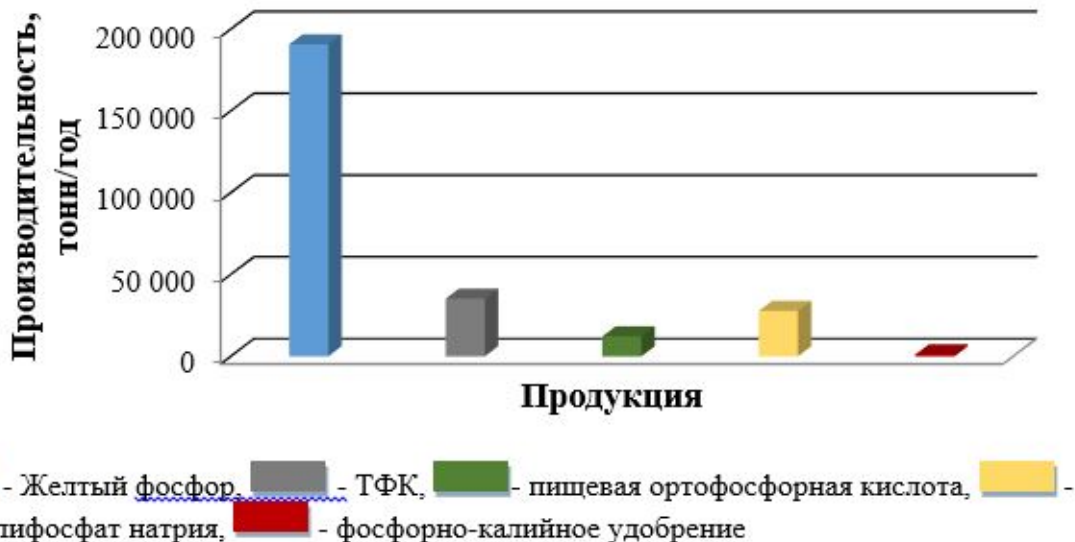
*** Полифосфат натрия технический К 68 %, TG, LCh, крупнозернистый, тип SF.

Условные обозначения: К – Казахстан, страна производитель, 68 % - минимальное содержание P_2O_5 , TG – технический, гранулированный, M(L)Ch- средняя (большая) длина цепи полимера, S-короткие цепи, F –пищевой.

1.1.3. Техничко-экономические характеристики

На рисунке 1.2 предоставлены данные по производству предприятия ТОО "НДФЗ".





- Желтый фосфор, - ТФК, - пищевая ортофосфорная кислота, - триполифосфат натрия, - фосфорно-калийное удобрение

Рисунок 1.2. Объем выпуска продукции на предприятии "ТОО "НДФЗ"

В таблице 1.12 представлены данные по фактическому выпуску продукции за пять лет за 2015 – 2019 гг.

Таблица 1.12. Выпуск продукции за период 2015 - 2019 гг.

№ п/п	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.
1	2	3	4	5	6
1	Желтый фосфор, тонн/год				
	83 184	52 010	72 631	96 473	101 627
2	Гранулированный термофосфорный шлак, тонн/год				
	790 248	494 095	689 994,5	916 493,5	965 456,5
3	Феррофосфор, тонн/год				
	10 678,6	6 492,9	9 046,7	12 144,7	12 698,5
4	Термическая ортофосфорная кислота, тонн/год				
	25 989	17 978	20 822	35 270	32 991
5	Пищевая ортофосфорная кислота, тонн/год				
	8 365	6 678	8 831	-	12 205
6	Триполифосфат натрия, тонн/год				
	16 388	8 897	9 756	26 540	19 231
7	Пищевая триполифосфат натрия, тонн/год				
	3 929	1 123	1 123	1 249	3 013
8	Фосфорно-калийное удобрение, тонн/год				
	-	-	77	187	1 061

Один из важных факторов, влияющих на выпуск конкурентоспособной продукции, - модернизация производства. На ТОО "НДФЗ" с целью расширения сферы применения ортофосфорной кислоты в самом филиале, а также рынков ее сбыта, проведена реконструкция отделения ТФК для выпуска пищевой фосфорной кислоты

марки "А" мощностью 50 тысяч тонн в год. Специалистами на ее основе разработана новая технология выпуска соли фосфорной кислоты – триполифосфата натрия пищевого.

1.1.4. Основные экологические проблемы

При рассмотрении производств химической промышленности с точки зрения экологии следует отметить ряд экологических проблем, связанных с воздействиями на окружающую среду, среди которых основными являются:

Выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух

В зависимости от агрегатного состояния выбросы можно разделить на:

газообразные выбросы, такие как фосфин, пентаоксид фосфора, диоксид азота, оксид углерода, фтор и его соединения, серу и ее соединения;

твердые (пыль), которые, в зависимости от конкретного источника, выбрасываются при больших объемных расходах.

Сбросы загрязняющих веществ со сточными водами

В фосфорном производстве образуется значительное количество сточных вод. Компоненты, входящие в их состав (фосфорная кислота, фтор), очень токсичны, обладают высокой реакционной способностью, отрицательно воздействуя на биосферу, почву, гидросферу и др.

Качественный состав сбрасываемых сточных вод обусловлен составом потребляемых предприятием вод (содержание загрязняющих веществ в потребляемой предприятием воде), составом сырья, осуществлением технологических процессов, составом промежуточных продуктов, либо составом готовых продуктов.

Жидкие и твердые отходы производства

Одной из главных причин образования вредных отходов является низкое качество исходного сырья. Известно, что нестабильные по химическому и минералогическому составу, склонные к обеднению по фосфору, содержащие значительное количество балластных пород фосфориты относятся к труднообогатимому сырью.

Присутствие слюдистых минералов, заметное количество низкотемпературного кварца резко снижает термическую и динамическую прочность кусковых фосфоритов. Это приводит к тому, что уже при добыче и транспортировке руды образуется значительное количество отходов в виде фосфатной мелочи (~ 48 %), которая не находит полной утилизации, складывается на территориях заводов и является источником запыленности, загрязнения промплощадок и природных стоков.

Существующие способы не обеспечивают качественную подготовку кусковых фосфоритов, так как имеют значительные недостатки: низкие технологические показатели (шахтно-щелевые и барабанные печи для термообработки сырья фосфорного производства работают в режиме сушки), значительное пыление, недопустимые производственные шумы, громоздкость и др.

Использование неподготовленного сырья в электротермии приводит к образованию твердых, жидких и газообразных отходов, существенно снижая технологические показатели и ухудшая экологическую обстановку не только на территории предприятия, но и в значительном радиусе вокруг него, отрицательно и необратимо воздействуя на состояние почв, сельскохозяйственных угодий, атмосферы, гидросферы, биосферы. Полученный из неподготовленного сырья элементный фосфор (~ 40 %) переходит в шлам, который отличается токсичностью, склонностью к самовозгоранию с образованием тумана фосфорной кислоты и сильно отравляет окружающую среду.

Побочные продукты производственного процесса

Некоторые побочные продукты, например, феррофосфор, образуются в больших объемах. Эти побочные продукты демонстрируют потенциал валоризации, однако транспортные расходы, загрязнение примесями и конкуренция, например, с природными ресурсами, ограничивают успешный маркетинг. Следовательно, избыточные объемы требуют утилизации.

Шум и вибрация

Основными источниками шума и вибрации на производстве являются вентиляционные установки, электродвигатели, компрессоры.

Максимальный допустимый уровень звука на рабочих местах производственных и вспомогательных зданиях в соответствии с действующими нормативно-правовыми актами должен составлять 95 дБА. Фактический уровень шума находится в пределах от 51 до 80 дБА.

Выбросы радиоактивных веществ

Одной из проблем является радиоактивность в различных фосфатных породах и аспекты здравоохранения и безопасности, связанные с такой радиоактивностью. Фосфатная порода является сырьем для производства фосфора и фосфорных соединений, присутствующих в многокомпонентных удобрениях. Она обладает естественной радиоактивностью. Однако измеренные уровни радиоактивности считаются ниже фоновых.

1.1.5. Снижение воздействия на окружающую среду

Снижение воздействия на окружающую среду является одной из приоритетных задач при планировании, эксплуатации производственной деятельности. Основными целями обеспечения экологической безопасности и рационального природопользования являются:

- снижение техногенной нагрузки и поддержание благоприятного состояния природной среды и среды обитания человека;

- недопущение экологического ущерба от хозяйственной деятельности;

- сохранение биологического разнообразия в условиях нарастающей антропогенной нагрузки;

- рациональное использование, восстановление и охрана природных ресурсов.

На основании этих целей выделяются следующие приоритетные направления деятельности:

- управление рисками в области обеспечения экологической безопасности;
- экологический мониторинг и производственный экологический контроль;
- управление системой предупреждения, локализации аварийных ситуаций и ликвидации их последствий;
- ввод в эксплуатацию природоохранных объектов;
- развитие программ энергосбережения и повышения энергоэффективности;
- развитие программ по утилизации/обезвреживанию отходов производства;
- реализация программ модернизации технологических активов;
- разработка и внедрение экотехнологий;
- обучение и развитие персонала в области экологической безопасности.

Для улучшения показателей в области экологической безопасности рассматриваются:

возможность последовательного перехода от реализации мероприятий по устранению ущерба к оценке потенциальных экологических рисков и внедрению мер по предупреждению негативного воздействия производственной деятельности на окружающую среду;

совершенствование процессов в рамках системы экологического менеджмента.

Охрана атмосферного воздуха

Одна из основных природоохранных задач предприятия является снижение выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух. С этой целью реализуется ряд мер, направленных на повышение уровня промышленной безопасности, минимизацию воздействия заводов на окружающую среду, повышение качества выпускаемой продукции и улучшение экологических характеристик выпускаемой продукции (см. пункт 1.1.2).

Использование водных ресурсов

Рациональное использование водных ресурсов реализуется внедрением мероприятий, направленные на минимизацию объемов водопотребления, снижение экологических рисков в области охраны водных ресурсов, улучшение экологического состояния водных объектов и их прибрежных территорий.

Обращение с отходами

Система управления производственными отходами позволяет оптимизировать потоки движения отходов, снизить экологические последствия и экономические издержки их образования. Предприятие стремится к максимально возможному сокращению отходов для снижения негативного воздействия на окружающую среду.

Охрана земельных ресурсов

Охрана земельных ресурсов направлена на рекультивацию нарушенных и загрязненных земельных участков и шламовых амбаров. Программы по рекультивации

включают в себя инвентаризацию территорий, оценку уровня загрязнения почв, выбор наиболее эффективных технологий реабилитации, оценку качества выполнения природовосстановительных работ.

1.1.6. Ведение комплексного подхода к защите окружающей среды

Комплексный подход к защите окружающей среды подразумевает под собой систему мер, направленных на выявление источников негативного воздействия производственной деятельности предприятий (выбросы в атмосферу, сбросы в водную среду и образование/размещение отходов) на компоненты окружающей среды, на снижение/предотвращение оказываемого ими техногенного воздействия путем их контроля, а также внедрения и применения наилучших доступных технологий с сопоставлением экологической и экономической эффективности предпринимаемых мер.

Для осуществления комплексного подхода предприятия должны уделять особое внимание вопросам охраны окружающей среды, что выражается в:

обязательном учете сырья и вспомогательных материалов, энергии, потребляемых или производимых объектом;

документировании всех источников выбросов, сбросов, образования отходов, имеющихся на объекте, их характера и объема, а также выявлении случаев их негативного воздействия на окружающую среду;

используемых технологических решений и иных методов по очистке от вредных веществ сточных вод и отходящих газов, и внедрению наилучших доступных технологий по сокращению норм использования природных ресурсов и снижению объемов выбросов, сбросов и образования отходов на объекте;

разработке эффективных мероприятий по рациональному использованию природных ресурсов и охране окружающей среды;

декларировании экологической политики предприятия;

подготовке и проведению сертификации производства в системе экологического менеджмента;

выполнении ПЭК и мониторинга компонентов окружающей среды;

получении разрешений на комплексное природопользование от специально уполномоченных государственных органов в области охраны окружающей среды;

осуществлении контроля за выполнением и соблюдением требований законодательства об охране окружающей среды и пр.

Для достижения высоких эколого-экономических результатов необходимо совместить процесс очистки выбросов, сбросов от вредных веществ с процессом утилизации уловленных веществ. "В чистом виде" очистка вредных выбросов малоэффективна, так как с его помощью далеко не всегда удается полностью прекратить поступление вредных веществ в окружающую среду, т.к. сокращение уровня загрязнения одного компонента окружающей среды может привести к

усилению загрязнения другого. К примеру, установка влажных фильтров при газоочистке позволяет сократить загрязнение воздуха, но ведет к еще большему загрязнению воды. Использование очистных сооружений, даже самых эффективных, резко сокращает уровень загрязнения окружающей среды, однако не решает этой проблемы полностью, поскольку в процессе функционирования этих установок тоже вырабатываются отходы, хотя и в меньшем объеме, но, как правило, с повышенной концентрацией вредных веществ. Наконец, работа большей части очистных установок требует значительных энергетических затрат, что, в свою очередь, тоже небезопасно для окружающей среды.

Устранение самих причин загрязнения требует внедрения малоотходных, а в перспективе и безотходных технологий производства, которые позволяли бы комплексно использовать исходное сырье и утилизировать максимум вредных для окружающей среды веществ.

Далеко не для всех производств найдены приемлемые технико-экономические решения по сокращению количества образующихся отходов и их утилизации, поэтому в настоящее время приходится работать в этом направлении.

Забываясь о совершенствовании технологических аспектов охраны окружающей природной среды, необходимо помнить, что никакие очистные сооружения и безотходные технологии не смогут восстановить устойчивость экосистемы, если будут превышены допустимые (пороговые) значения сокращения естественных, не преобразованных человеком природных систем.

1.2. Производство серной кислоты, ЭФК, минеральных удобрений (аммофос) и ТКФ

Производство серной кислоты

Серная кислота является одним из основных крупнотоннажных продуктов химической промышленности и занимает первое место по объемам производства и потребления. Производство серной кислоты в Казахстане осуществляется как из природной комовой или гранулированной серы, так и на основе отходящих газов производств цветных металлов. Производства из отходящих газов, содержащих диоксид серы, расположены на предприятиях Товарищество с ограниченной ответственностью "Казцинк" (далее – ТОО "Казцинк") в составе Усть-Каменогорского металлургического комплекса в Восточно-Казахстанской области и на Товарищество с ограниченной ответственностью "Казахмыс" (далее – ТОО "Казахмыс") в составе Балхашского медеплавильного завода в Карагандинской области. Данные производства связаны с необходимостью сухой и мокрой многоступенчатой очистки металлургических газов от примесей, дальнейшей осушкой сернистого газа от серноокислотного тумана и возможного донасыщения газа диоксидом серы до требуемой концентрации. Наличие отделения многостадийной подготовки сернистого газа к окислению приводит к снижению производительности системы и повышению себестоимости серной кислоты, а также к дополнительной нагрузке на очистные

сооружения. Однако данные производства относятся к металлургической промышленности и поэтому в настоящий Справочник по НДТ не включаются.

Производства серной кислоты на основе элементной серы реализуются на трех промышленных предприятиях Казахстана. Крупнейшая установка, введенная в эксплуатацию в 2013 году, функционирует на Таразский филиал ТОО "Казфосфат" (далее - ТФ ТОО "Казфосфат") заводе "Минеральные удобрения" (далее – МУ). Практически вся производимая серная кислота применяется как сырье в собственном производстве ЭФК на ТОО "ЗМУ", которая также используется на данном заводе для получения азотно-фосфорного минерального удобрения – аммофоса. По заказу потребителей в соответствии с их требованиями возможно получение серной кислоты аккумуляторной.

Вторым крупнейшим производителем и одновременно потребителем серной кислоты является Акционерное общество "НАК "Казатомпром" (далее - АО "НАК "Казатомпром"), который осуществляет производство серной кислоты на двух предприятиях – ТОО "СКЗ-У" в Кызылординской области с 2014 года и Степногорский сернокислотный завод - ТОО "SSAP" в Акмолинской области, введенный в эксплуатацию в 2015 году. Единственным потребителем продукции этих установок является уранодобывающее производство АО "НАК "Казатомпром", использующее серную кислоту для скважинного подземного выщелачивания урановой руды. Основным сырьем для производства продукции является природная сера, поставляемая ТОО "Тенгизшевройл". Реализация данных производств также позволит решить проблемы переработки серы, оказывающей негативное влияние на экологическую ситуацию в районах нефтегазовой добычи.

В целом по Казахстану объемы производства серной кислоты в моногидрате за 2015 - 2019 годы составили в среднем 2 352 тысяч тонн в год.

Производство ЭФК

Ортофосфорная кислота может производиться двумя способами, принципиально отличающимися по применяемому сырью, физико-химическим основам и технологической схеме. Термическую фосфорную кислоту (ТФК) получают путем сжигания сжиженного фосфора и абсорбции оксида фосфора водным раствором фосфорной кислоты. ЭФК производится сернокислотным разложением природного фосфатного сырья и разделением раствора фосфорной кислоты и нерастворимого остатка фильтрованием. Единственным производителем в Казахстане обоих видов фосфорной кислоты является ТОО "Казфосфат", производящий также на основе этих кислот фосфорные соли, минеральные удобрения и кормовые фосфаты. Производство ТФК входит в состав Жамбылского филиала ТОО "Казфосфат".

В целом по Казахстану объемы производства ортофосфорной кислоты и полифосфорной кислоты за 2015 - 2019 годы составили в среднем 28 тысяч тонн в год.

Производство аммофоса

Аммофос является высокоэффективным концентрированным азотно-фосфорным удобрением, которое производится путем нейтрализации ЭФК жидким аммиаком с последующей сушкой и грануляцией пульпы, классификацией и охлаждением готового продукта. В зависимости от состава кислоты для получения аммофоса применяют различные схемы аммонизации и сушки.

Единственным производителем в Казахстане фосфорных удобрений, в т.ч. аммофоса, является ТОО "Казфосфат". Производство аммофоса реализуется на ТФ ТОО "Казфосфат" заводе "МУ" на основе ЭФК, производимой в том же цехе в отделении ЭФК. В настоящее время проектная мощность производства – 478 тысяч тонн аммофоса [32].

Производство трикальцийфосфата кормового

Производство ТКФ, также называемого кормовым обесфторенным фосфатом (КОФ), осуществляется на единственном в Казахстане профильном предприятии по переработке природных фосфатов – ТФ ТОО "Казфосфат" заводе "МУ".

Технологический процесс получения ТКФ в цехе КОФ основан на гидротермической переработке фосфатного сырья с выделением фтора в газовую фазу. Применяемый метод производства не имеет аналогов в мировой практике. Технологический процесс получения разработан в 60-х годах на основании экспериментальных исследований, проведенных институтами НИУИФ и МЭИ (г. Москва), а также результатов испытания опытно-промышленной установки - циклонной печи на Джамбулском суперфосфатном заводе. В процессе эксплуатации неоднократно выполнялась реконструкция технологической схемы, были внедрены энерготехнологические агрегаты, система оборотного водоснабжения и абсорберы очистки отходящих газов [33].

В данном разделе будут более подробно описаны производства ТФ ТОО "Казфосфат" - завода "МУ".

ТФ ТОО "Казфосфат" завод "МУ" был основан в 1950 году на базе Джамбульского суперфосфатного завода, и в течение 70 лет прошел несколько этапов модернизации основных производств с вводом в эксплуатацию новых цехов и закрытием физически и морально устаревших производств. ТФ ТОО "Казфосфат" завода "МУ" расположен в северо-западной промышленной зоне города Тараз Жамбылской области в 11 км от жилых районов. По степени воздействия на окружающую среду предприятие относится к 1 категории 1 класса опасности.

Основные производства ТФ ТОО "Казфосфат" завода "МУ" - цеха по производству серной кислоты, ЭФК, минеральных удобрений (аммофос) и ТКФ и цех "Энергоснабжения". Все действующие на ТФ ТОО "Казфосфат" завода "МУ" производства тесно взаимодействуют и непосредственно связаны между собой

технологическими потоками. Такая рациональная организация процессов обеспечивает снижение затрат цехов и высокую производительность технологических линий (Рисунок 1.3).

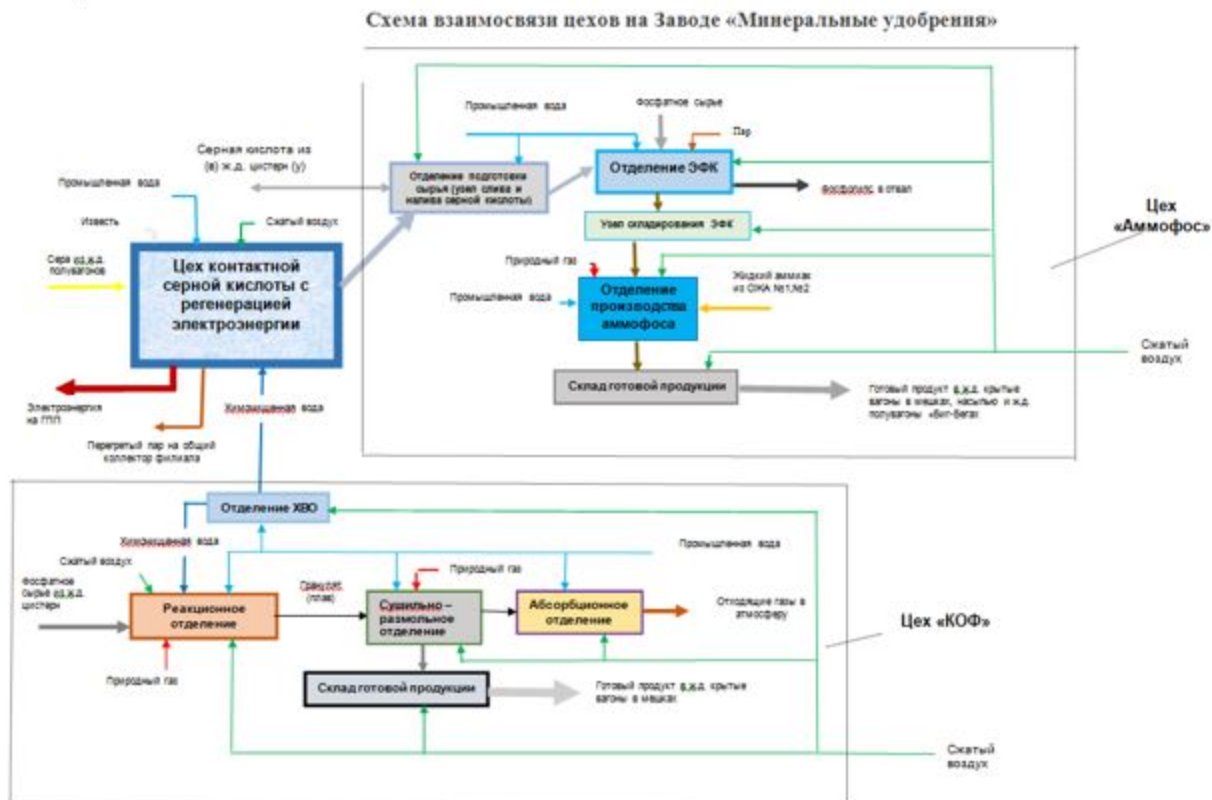


Рисунок 1.3. Схема взаимосвязи цехов на заводе "МУ"

1.2.1. Сырьевая база

Сырьем для производства серной кислоты является комовая или гранулированная природная сера. Поставщиком является ТОО "Объединенная химическая компания", закупающая серу у ТОО "Тенгизшевройл". В настоящее время в Казахстане серу получают в процессе добычи и переработки природного газа (ТОО "Тенгизшевройл", АО "Жанажолский газоперерабатывающий завод") а также при переработке нефти (ТОО "Павлодарский НПЗ", ТОО "Атырауский НПЗ").

Извлечение серы из сероводорода и сераорганических соединений, содержащихся в месторождениях нефти и природного газа, и ее переработка продиктовано экологическими требованиями, поскольку складирование комовой серы приводит к отчуждению огромных территорий и значительному загрязнению воздушного бассейна. Поэтому утилизация серы или нейтрализация ее соединений обязательны при получении основной углеводородной продукции.



Рисунок 1.4. Грануляция и складирование природной серы

Таким образом, в процессе переработки нефти, природного газа, а также коксохимического производства сера является побочным продуктом. Природная техническая сера по составу должна соответствовать требованиям межгосударственного стандарта – ГОСТ 127.1, указанным в таблице 1.13. Массовая доля мышьяка и селена в природной сере не определяется.

Таблица 1.13. Характеристика исходного сырья для производства серной кислоты [34]

№ п/п	Наименование сырья	Показатели, обязательные для проверки	Регламентируемые показатели для сортов серы		
			9990	9995	9998
1	2	3	4	5	6
1	С е р а техническая	Массовая доля серы, %, не менее	99,90	99,95	99,98
		Массовая доля золы, %, не более	0,05	0,03	0,02
		Массовая доля органических веществ, %, не более	0,06	0,03	0,01
		Массовая доля кислот в пересчете на серную кислоту, %, не более	0,004	0,003	0,0015
		Массовая доля воды, %, не более	0,2	0,2	0,2
		Механические загрязнения	Не допускаются		

Для окисления диоксида серы необходимо использование селективного катализатора ввиду высокой энергии активации обратимой химической реакции. Известны платиновые катализаторы и катализаторы на основе оксида ванадия (V) и

оксида железа (III). Выбор наиболее активного катализатора определяется в первую очередь температурой зажигания, термостойкостью и ядоустойчивостью. В таблице 1.14 представлена сравнительная характеристика указанных катализаторов, откуда следует, что наиболее эффективным катализатором, обеспечивающим максимальную степень превращения, является катализатор на основе оксида ванадия (V) с температурой зажигания 420 °С.

Таблица 1.14. Характеристика сернокислотных катализаторов

№ п/п	Катализатор	Температура зажигания, °С	Равновесная степень превращения, %
1	2	3	4
1	Платина (Pt)	400	92,2
2	Ванадиевый $V_2O_5 + K_2O + SiO_2$	420	99,5
3	Железооксидный Fe_2O_3	625	69,5

Преимуществом данного катализатора по сравнению с платиновым является также его значительно более высокая устойчивость к каталитическим ядам, термостойкость, механическая прочность и более низкая стоимость. В настоящее время во всех сернокислотных производствах используют ванадиевые контактные массы с промотором – сульфатом калия на силикатном носителе, наиболее эффективный из которых – катализатор СВД (сульфо-ванадато-диатомитовая контактная масса). В производстве также применяются вспомогательные реагенты и материалы, вода и сжатый воздух.

Основным сырьем для производства ЭФК являются фосфориты бассейна Каратау. Требования к составу сырья приведены в таблице 1.15.

Таблица 1.15. Характеристика исходного сырья для производства ЭФК

№п/п	Наименование сырья	Государственный или отраслевой стандарт, ТУ	Показатели, обязательные для проверки	Регламентируемые показатели
1	2	3	4	5
1	Кислота серная техническая 1 сорт	ГОСТ 2184	Массовая доля моногидрата (H_2SO_4)	Не менее 92,5 %
			Массовая доля фосфорного ангидрида (P_2O_5)	Не менее 24,5 %
			Массовая доля оксида магния (MgO)	(Не более 1,6 %
			Массовая доля полуторных	Не более 3,0 %

2	Сырье фосфатное Каратау тонкого помола ФКЭ- 2	СТ РК 2211	оксидов R2O3 (Fe ₂ O ₃ , Al ₂ O ₃)	
			Массовая доля оксида углерода (CO ₂)	Не более 6,0 %
			Массовая доля поверхностной влаги	Не более 1,0 %
			Остаток на сите с сеткой 016 К	Не более 30 %

Фосфатное сырье Каратау относится к группе пластовых микрозернистых фосфоритов и представляет собой плотные, крепкие плитчатые породы от темно-серого до черного цвета. Природные фосфаты представлены кальцийфторапатитом Ca₅(PO₄)₃F и карбонатапатитом Ca₁₀P₅CO₂₃(OH)₃. Для руд месторождения Коксу характерно взаимное прорастание минералов, что затрудняет предварительное обогащение сырья. Фосфат в основном присутствует в виде кремнисто-фосфатных зерен и оолитов, имеющих размеры от 0,05 до 0,2мм. Цемент руды в основном состоит из доломита CaMg(CO₃)₂ и кальцита CaCO₃. Указанные минералы образуют также микровключения в зернах фоссырья и заполняют прожилки в породе. Кроме карбонатной соли магний в незначительном количестве содержится в сырье в виде силиката магния. Кислоторастворимыми примесями, содержащими калий, натрий, алюминий и железо, являются алюмосиликатные минералы, в которых преобладают гидрослюды полевые шпаты. Основные кислотонерастворимые примеси представлены халцедоном и кварцем (содержание 22 – 25 % масс.).

Основным сырьем для производства аммофоса являются ЭФК и жидкий аммиак. Требования к составу сырья приведены в таблице 1.16.

Таблица 1.16. Характеристика исходного сырья для производства аммофоса

№ п/п	Наименование сырья	Государственный или отраслевой стандарт, технические условия, регламент	Показатели, обязательные для проверки	Регламентированные показатели
1	2	3	4	5
1	ЭФК [35]	Постоянный технологический регламент производства ЭФК-1 в цехе аммофоса, соответствует ФС РК ОКПО 390838120142 1.0 – 2012	Содержание Н ₃ РO ₄ в пересчете на Р ₂ O ₅	Не менее 20 %
			Массовая доля сульфатной серы в пересчете на SO ₃	Не более 3,0 %
			Массовая доля твердых веществ	Не более 2,0 %

2	Аммиак жидкий технический	ГОСТ 6221	Содержание аммиака (NH ₃)	Не менее 99,6 %
---	---------------------------	-----------	---------------------------------------	-----------------

Основным сырьем для производства КОФ являются фосфориты бассейна Каратау. Требования к составу сырья приведены в таблице 1.17. В бассейне Каратау разведано около 50 месторождений природных фосфатов, которые представлены кальцийфторапатитом $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{F}$ и карбонатапатитом $\text{Ca}_{10}\text{P}_5\text{CO}_{23}(\text{OH})_3$. Для фосфатных руд месторождения Коксу, которые преимущественно используются в настоящее время в производствах ТОО "ЗМУ", характерно взаимное прорастание минералов, что затрудняет предварительное обогащение сырья.

Таблица 1.17. Характеристика исходного сырья для производства КОФ

№3 п/п	Наименование сырья	Государственный или отраслевой стандарт, ТУ	Показатели, обязательные для проверки	Регламентируемые показатели
1	2	3	4	5
1	Сырье фосфатное тонкого помола Каратау [36]	СТ РК 2211	Массовая доля фосфорного ангидрида (P ₂ O ₅)	Не менее 24,5 %
			Массовая доля оксида магния (MgO)	Не более 3,0 %
			Массовая доля полуторных оксидов R ₂ O ₃ (Fe ₂ O ₃ , Al ₂ O ₃)	Не нормируется
			Массовая доля оксида углерода (CO ₂)	Не более 8,0 %
			Массовая доля поверхностной влаги	Не более 1,0 %
			Остаток на сите с сеткой 016 К	Не более 30 %
2	Известковое молоко	Технологический регламент отделения подготовки сырья цеха аммофоса	Массовая доля Ca(OH) ₂	Не менее 5,0 %
3	Раствор щелочи (NaOH) для корректировки pH		Массовая доля раствора гидроксида натрия (NaOH)	20 %

1.2.2. Структура и технологический уровень

ТФ ТОО "Казфосфат" заводе "МУ" является единственным Казахстанским производителем ЭФК, весь объем которой применяют для получения таких

минеральных удобрений, как двойной суперфосфат, аммофос, а также кормовые обесфторенные фосфаты. Так, на ТФ ТОО "Казфосфат" заводе "МУ" функционирует производство аммофоса, в составе которого работают цех производства ЭФК и цех производства аммофоса, что облегчает организацию взаимосвязи технологических потоков. Все технологические процессы на предприятии начинаются с приема и складирования сырья. Эти функции выполняет Отделение подготовки сырья (ОПС), которое представляет собой комплекс складского хранения необходимых запасов сырья, погрузочно-разгрузочных работ и транспортировки сырья в цеха на переработку. Взаимосвязь цехов приведена на рисунке 1.2. Фосфатное сырье поступает на предприятие из бассейна Каратау в железнодорожных пневмоцистернах, из которых пневмотранспортом с помощью сжатого воздуха подается в силосы.

Описание и мощность существующих в Казахстане предприятий, производящих серную кислоту, показаны в таблице 1.18. Все производители получают серную кислоту контактным способом из природной комовой серы по экологически чистой технологии.

Таблица 1.18. Перечень предприятий, производящих серную кислоту из технической серы в Республике Казахстан

№ п/п	Предприятие	Номинальная мощность, тысяч тонн/год моногидрата	Потребитель
1	2	3	4
1	Завод "Минеральные удобрения", – ТФ ТОО "Казфосфат"	600	Производство ЭФК, ТФ ТОО "Казфосфат" завод "МУ"
2	ТОО "СКЗ-У", Кызылординская область	500	АО "НАК "Казатомпром", Кызылординская область
3	Степногорский сернокислотный завод – ТОО "SSAP", Акмолинская область	180	АО "НАК "Казатомпром", Кызылординская область

Производство ЭФК реализуется на ТФ ТОО "Казфосфат" заводе "МУ" на основе производимой там же серной кислоты. Проектная мощность производства ЭФК – 220 000 тонн P_2O_5 в год (в пересчете на 100 % P_2O_5) или 846154 тонн ЭФК в год в натуральном выражении (26 % P_2O_5) при фонде рабочего времени 320 суток в год.

В настоящее время проектная мощность производства аммофоса – 478 тысяч тонн при эффективном фонде рабочего времени 6800 часов. В результате технического перевооружения производства удобрений с 2016 по 2019 гг. производственная мощность по аммофосу увеличена с 320 до 478 тысяч тонн/год. В перспективе до 2026

г. планируется дальнейшая модернизация схемы и доведение мощности до 1 млн. тонн/год аммофоса с одновременным изменением качественного и количественного состава загрязняющих веществ.

В настоящее время проектная мощность производства трикальцийфосфата составляет 20,9 тысяч тонн/г P_2O_5 , что в натуральном выражении составляет 70,0 тысяч тонн/г трикальцийфосфата первого сорта и 5,5 тысяч тонн/г трикальцийфосфата высшего сорта.

1.2.3. Техничко-экономические характеристики

Вся производимая серная кислота применяется как сырье для собственных нужд предприятий для получения ЭФК (на ТФ ТОО "Казфосфат" заводе "МУ") или для подземного выщелачивания урановых руд (на НАК "Казатомпром").

Проектная мощность производства ЭФК – 220 000 тонн P_2O_5 /год(в пересчете на100 % P_2O_5) или 846154 тонн ЭФК в год в натуральном выражении (26 % P_2O_5). Мощность производств: аммофоса - 478 тысяч тонн/год, в пересчете 220 тысяч тонн P_2O_5 /год, трикальцийфосфата - 70,0 тысяч тонн/год ТКФ первого сорта и 5,5 тысяч тонн/год ТКФ высшего сорта.

Характеристика серной кислоты

Качество серной кислоты определяется требованиями межгосударственного стандарта – [37] (таблица 1.19). Сопутствующим продуктом является перегретый пар высокого давления 4 МПа с температурой 440 °С, направляемый на паровую конденсационную турбину для производства электроэнергии.

Таблица 1.19. Физико-химические показатели технической серной кислоты

№ п/п	Наименование показателя	Норма		
		Контактная кислота		
		Улучшенная	Техническая	
1 сорт	2 сорт			
1	2	3	4	5
1	Массовая доля моногидрата (H_2SO_4), %	92,5 - 94,0	Не менее 92,5	
2	Массовая свободного серного ангидрида (SO_3), %, не менее	-	-	-
3	Массовая доля железа (Fe), %, не более	0,006	0,02	0,1
4	Массовая доля остатка после	0,02	0,05	Не нормируется

	прокаливания, %, не более		
5	Массовая доля оксидов азота (N_2O_3), %, не более	0,00005	Не нормируется
6	Массовая доля мышьяка (As), %, не более	0,00008	Не нормируется
7	Массовая доля свинца (Pb), %, не более	0,001	Не нормируется

Наибольшее количество серной кислоты используется для получения фосфорных и азотных удобрений, минеральных солей и кислот - соляной, плавиковой, экстракционной фосфорной, борной и т.д. Большое количество применяется для подземного выщелачивания урановых руд, как электролит в свинцовых аккумуляторах, в металлургии и машиностроении, нефтяной, лакокрасочной, текстильной, кожевенной и других отраслях промышленности. Значительное количество серной кислоты, особенно олеума, используют в промышленном органическом синтезе (Рисунок 1.5).



Рисунок 1.5. Области применения серной кислоты

Характеристика ЭФК

Состав ЭФК зависит от состава применяемого для экстракции фосфатного сырья и условий его переработки. Кислота, получаемая на основе фосфоритов Каратау, содержит кроме основного компонента – ортофосфорной кислоты, примеси серной кислоты, соли полуторных оксидов, соединения фтора и магния, сульфата кальция в пределах растворимости в фосфорной кислоте.

ЭФК должна удовлетворять техническим требованиям ФС РК ОКПО 390838120142 1.0 - 2012. Экстракционная фосфорная кислота (таблица 1.20).

Таблица 1.20. Требования к составу ЭФК

№ п/п	Наименование показателя	Норма

1	2	3
1	Массовая доля H_3PO_4 в пересчете на P_2O_5 , %, не менее	25
2	Массовая доля твердых веществ, %, не более	1,5
3	Массовая доля SO_3 , %	2,1±0,2

Характеристика минерального удобрения - аммофоса

Аммофос является двухсторонним концентрированным водорастворимым NP-удобрением, состоящим из моноаммоний фосфата (МАФ) $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ и диаммоний фосфата (ДАФ) $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$, взятых в соотношении 4:1. Продукт также может содержать в небольшом количестве примеси сульфата аммония $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, кремнефторида аммония $(\text{NH}_4)_2\text{SiF}_6$, фосфатов железа $\text{FePO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ и алюминия $\text{AlPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, мономагний фосфата $\text{Mg}_2(\text{HPO}_4)_2$, димагний фосфата $\text{MgHPO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$, дикальций фосфата $\text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. Содержание примесей в аммофосе зависит от качества фосфатного сырья, условий его переработки и степени загрязнения исходной ЭФК фтором, железом, алюминием, кальцием, магнием.

Аммофос, вырабатываемый на основе рядовых фосфоритов Каратау, по своим физико-химическим показателям должен соответствовать требованиям ГОСТ 18918 [38], указанным в таблице 1.21, для марки Б высшего сорта.

Таблица 1.21. Требования к составу аммофоса

№ п/п	Наименование показателей	Норма для марки			
		А		Б	
		Высший сорт	I сорт	Высший сорт	I сорт
1	2	3	4	5	6
1	Массовая доля общего азота (N), %	12 ± 1	12 ± 1	10 ± 1	10 ± 1
2	Массовая доля усвояемых фосфатов, %	Не менее 52	50 ± 1	Не менее 46	44 ± 1
3	Массовая доля воды, %, не более	1,0	1,0	1,0	1,0
4	Гранулометрический состав: массовая доля гранул размером менее 1 мм, %, не более	3	3	3	3
		95	95	95	95
		от 1 до 4 мм, %, не менее	100	100	100
	менее 6 мм, %				

5	Для розничной торговли массовая доля гранул на сите с сеткой №6	Отсутствие	Отсутствие	Отсутствие	Отсутствие
6	Статическая прочность гранул, МПа (кгс/см ²), не менее	3,0 (30)	3,0 (30)	3,0 (30)	3,0 (30)
7	Рассыпчатость, %	100	100	100	100
8	Удельная активность естественных радионуклидов, кБк/кг, не более	4	4	4	4

По внешнему виду гранулированный аммофос представляет собой гранулы светло-серого цвета, размер гранул 2 - 5мм, насыпной вес гранулированного аммофоса без утряски 0,85 - 0,92 тонн/м³, с утряской 0,92 - 0,96 тонн/м³, гигроскопическая точка 73 - 75 %. Гранулы аммофоса обладают достаточной механической прочностью, что предохраняет их от разрушения во время транспортировки и хранения. При температуре выше 90 °С диаммонийфосфат, содержащийся в аммофосе разлагается с выделением аммиака из-за низкой его температурной устойчивости.

Аммофос подходит для всех культур на различных почвах, может применяться в условиях защищенного грунта. В структуре мирового рынка фосфорных удобрений аммофос занимает центральное место – его доля составляет 29 %. Объем мирового производства достигает 12 млн. тонн P₂O₅ в год.

Характеристика кормового ТКФ

Трикальций фосфат кормовой выпускается в соответствии с требованиями СТ РК 2212 [39] (таблица 1.22). Основным требованием к кормовым солям является соответствие по содержанию P₂O₅, растворимого 0,4 % растворе соляной кислоты, вредных для животных примесей фтора - не более 0,2 %, мышьяка – не более 0,001 %, свинца – не более 0,002 %.

Таблица 1.22. Требования к составу ТКФ

№ п/п	Наименование показателя	Норма	
		I сорт	высший сорт
1	2	3	4
1	Массовая доля фосфора, растворимого в 0,4 % растворе соляной кислоты, %: в пересчете на P ₂ O ₅	27 ± 1	

	в пересчете на P, не менее	11,3	37 ± 1 15,7
2	Массовая доля кальция, %, не менее	30	20
3	Массовая доля воды, %, не более	1	1
4	Массовая доля фтора, %, не более	0,2	0,2
5	Массовая доля мышьяка, %, не более	0,001	0,001
6	Массовая доля свинца, %, не более	0,002	0,002
7	Содержание частиц металломагнитной примеси размером: до 2 мм, включительно мг/кг, не более больше 2 мм	100 отсутствие	100 отсутствие
8	Массовая доля золы, не растворимой в соляной кислоте, %, не более	30	20
9	Крупность: остаток на сите с отверстиями диаметром 1 мм, %, не более	1	1
10	Суммарная бета-активность, Бк/кг, не более	600	600

ТКФ $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$, получаемый из фосфатного сырья бассейна Каратау, представляет собой тонкодисперсный порошок серого цвета. Оксид фосфора (V) находится в лимоннорастворимой и солянорастворимой формах трикальцийфосфата а и б модификаций. Температура плавления – 1670 °С, температура разложения – 2000 °С.

Трикальцийфосфат плохо растворим в воде, имеет слабо щелочную реакцию, не гигроскопичен, хорошо рассеивается, не слеживается. Используется в сельском хозяйстве в качестве кормовой добавки в рацион животных и птиц, в производстве комбикормов. Соотношение кальция и фосфора в трикальцийфосфате идеально сбалансировано для животных, т.к. в организме соотношение этих элементов составляет 2:1, в костной ткани они находятся именно в виде трикальцийфосфата, что делает его использование наиболее эффективным. Применение кормовых фосфатов повышает полноценность кормления животных и увеличивает их продуктивность.

Трикальцийфосфат может применяться и как фосфорсодержащее удобрение на любых почвах под все овощные, плодово-ягодные и декоративные культуры; возможно применение совместно с калийными и азотными удобрениями. Трикальцийфосфат

используется, кроме того, для очистки сахарных сиропов в производстве сахара-рафинада, в производстве керамики и стекла, для изготовления зубных паст и порошков, он входит в состав абразивов для полировки и шлифовки металлов, служит для удаления фтора из воды, для кондиционирования поваренной соли, применяется в медицине [33].

1.2.4. Основные экологические проблемы

При рассмотрении производства минеральных удобрений с точки зрения экологии следует отметить ряд экологических проблем, связанных с воздействиями на окружающую среду, среди которых основными являются:

Выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух

Специфическими загрязняющими веществами в производстве минеральных удобрений являются направленные выбросы диоксида серы, серной кислоты (брызги, туманы), диоксид азота, оксид азота, оксид углерода, фтористые соединения в пересчете на HF, аммиак, аэрозоли/пыль аммофоса, источником которых являются отходящие и дымовые газы.

ЭФК получают разложением фосфорита серной кислотой с образованием фосфорной кислоты и фосфогипса. Выделяющийся в результате реакции HF далее взаимодействует с соединениями кремния и водой с образованием SiF_4 в газовой фазе и H_2SiF_6 в жидкой.

Производство аммофоса в большинстве случаев не приводит к загрязнению окружающей среды, так как аммофос не образует токсичных соединений в воздушной среде и в сточных водах, не содержит примесей токсичных элементов (в том числе свинца, мышьяка, кадмия) в концентрациях, превышающих предельно допустимую концентрацию (ПДК) в почве при существующих нормах внесения удобрения. Газовоздушные смеси, образуемые в процессе производства, перед попаданием их в окружающую среду, проходят предварительную очистку.

Сбросы загрязняющих веществ со сточными водами

К веществам, выбрасываемым посредством сточных вод, относятся ионы железа, фторид-ионы, аммиак, сульфаты, нитраты, часть из которых является неотъемлемой частью процесса, другие же являются производными от примесей в сырьевых материалах.

Отходы производства и крупнотоннажные побочные продукты

С производством ЭФК связано образование одного из самых крупнотоннажных отходов химической промышленности - фосфогипса. Он представляет собой дигидрат сульфата кальция и содержит ряд примесей, в том числе фосфаты и фториды.

Промышленной практикой доказаны техническая возможность и экономическая целесообразность использования фосфогипса в следующих направлениях:

в сельском хозяйстве для химической мелиорации солонцовых почв вместо природного гипса;

в цементной промышленности в качестве минерализатора при обжиге и как добавка к цементному клинкеру при помоле;

для производства гипсовых вяжущих и изделий из них;

для получения цемента и т. д.

В промышленном масштабе фосфогипс также перерабатывается на сульфат аммония и мел.

Шум и вибрация

Участок размещения основных технологических линий находится на значительном удалении от селитебных территорий. Помещения и здания с производственными процессами различных уровней шума между собой изолированы ограждающими конструкциями с высокой звукоизолирующей способностью. Внутренние поверхности стен и потолки вентиляционных камер устроены со звукоизолирующей облицовки из минеральной ваты группы НГ. На линиях нагнетания систем пылеочистки, на линиях компрессоров установлены глушители. Вентустановки изолированы в отдельные помещения.

Максимальный допустимый уровень звука на рабочих местах производственных и вспомогательных зданиях в соответствии с действующими нормативно-правовыми актами должен составлять 95дБА. Фактический уровень шума находится в пределах от 65 до 110 дБА.

1.2.5. Снижение воздействия на окружающую среду

Снижение воздействия на окружающую среду является одной из приоритетных задач при планировании, эксплуатации производственной деятельности.

Одной из основных природоохранных задач предприятия является снижение выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух. С этой целью реализуется ряд мер, направленных на повышение уровня промышленной безопасности, минимизацию воздействия заводов на окружающую среду, повышение качества выпускаемой продукции и улучшение экологических характеристик выпускаемой продукции.

Рациональное использование водных ресурсов реализуется внедрением мероприятий, направленные на минимизацию объемов водопотребления, снижение экологических рисков в области охраны водных ресурсов, улучшение экологического состояния водных объектов и их прибрежных территорий.

Система управления производственными отходами позволяет оптимизировать потоки движения отходов, снизить экологические последствия и экономические издержки их образования. Предприятие стремится к максимально возможному сокращению отходов для снижения негативного воздействия на окружающую среду.

1.2.6. Ведение комплексного подхода к защите окружающей среды

Комплексный подход к защите окружающей среды подразумевает под собой систему мер, направленных на выявление источников негативного воздействия производственной деятельности предприятий на компоненты окружающей среды, на снижение/предотвращение оказываемого ими техногенного воздействия путем их контроля, а также внедрения и применения наилучших доступных технологий с сопоставлением экологической и экономической эффективности предпринимаемых мер. Подробно комплексный подход к защите окружающей среды описан в подразделе 1.1.6.

1.3. Производство плавиковой кислоты

Плавиковая кислота производится в Казахстане на единственном предприятии - АО "УМЗ", расположенном в северо-западной части города Усть-Каменогорска на берегу реки Ульба. Производство основано на сернокислотной переработке обогащенного плавикового шпата. Вся получаемая кислота вырабатывается с целью применения на АО "УМЗ" в собственных производствах бериллия, тантала, ниобия и их соединений. Предприятие входит в состав НАК "КазАтомпром" и является одним из признанных в мире производителей урановой, танталовой, бериллиевой и ниобиевой продукции. АО "УМЗ" – один из трех предприятий в мире, имеющих полный производственный цикл от переработки рудного концентрата до выпуска готовой продукции. Предприятие является одним из крупнейших современных предприятий металлургической промышленности, основные производства относятся к металлургической промышленности и поэтому в настоящий справочник НДТ по неорганическим химическим производствам не включаются.

Помимо основных производств, на АО "УМЗ" функционируют Горно-обоганительный комплекс рудник "Караджал" по добыче плавикового шпата, Горно-обоганительный комплекс "Обогатительная фабрика", осуществляющий обогащение сырья с получением плавикошпатового концентрата (далее - ПШК). На основе ПШК работает производство фтористоводородной (плавиковой) кислоты, которая является одним из основных реагентов для основных производств АО "УМЗ".

1.3.1. Сырьевая база

Исходным сырьем является флюоритная руда (плавиковый шпат) месторождения Караджал. Руда с рудника "Караджал" завозится через автовесы на рудный склад вместимостью 8000 тонн руды. Максимальный размер куска исходной руды не должен превышать 250 мм. Куски руды более 250 мм (негабариты) дробятся на руднике "Караджал" или на рудном складе фабрики с помощью пневматических молотков, кувалд, гидромолотом.

Получение флюорита концентрата флотационного на Обоганительной фабрике в г. Курчатов из плавикового шпата основано на обогащении руды флотационным методом путем разделения частиц руды по смачиваемости на флотоконцентрат и шламовые хвосты. Сырье проходит дробление в щековой дробилке и последующее измельчение в

шаровой мельнице. Пульпа смешивается в чане с раствором олеата натрия, жидким стеклом и острым паром при температуре 35 – 40 °С и загружается во флотомашину. Флюоритный концентрат выносится вместе с пеной на поверхность, а хвосты обогащения – шлам отводится в шламонакопитель. Пенный продукт сгущается и отжимается на фильтр-прессе до влажности 12 % и затем передается на сушку до влажности не более 1 %.

В соответствии с ГОСТ "Концентраты плавикошпатовые кислотные и керамические" [48] флюорит концентрат флотационный ФФ- 95А должен соответствовать следующим требованиям, изложенным в таблице 1.23.

Таблица 1.23. Состав флотационного плавикового шпата

№ п/п	Марка	Содержание CaF ₂ , не менее, %	Содержание примесей, %, не более				Частиц размером более 0,14 мм
			SiO ₂	CaCO ₃	Влага	Сера	
1	2	3	4	5	6	7	8
1	ФФ- 95А	95	2,0	1,5	1,0	0,2	10

Кварцит является нежелательной примесью, так как при переработке руды он связывается в кремнефториды, вызывая потери фтора. Кроме природного плавикового шпата, важным сырьевым источником для производства плавиковой кислоты могут служить отходящие газы производств фосфорных удобрений. Содержание фтора в фосфатных рудах не превышает 3 %, но, так как запасы этого сырья велики, ресурсы фтора в них оказываются весьма значительными.

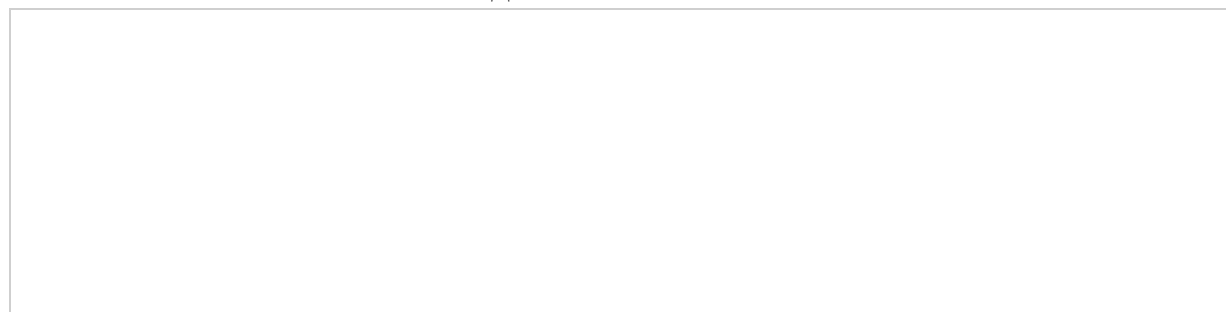
1.3.2. Структура и технологический уровень

Проектная мощность производства плавиковой кислоты составляет 2852 - 4137 тонн/год. Производство организовано по известной технологии середины XX века путем разложения ПШК концентрированной серной кислотой с последующей абсорбцией газообразного фтороводорода [50, с.1113 - 1120].

1.3.3. Техничко-экономические характеристики

Вся производимая плавиковая кислота предназначена для применения в качестве сырья в собственных производствах бериллия, тантала, ниобия и их соединений на АО "УМЗ".

В целом по Казахстану наблюдается значительное снижение объемов производства плавиковой кислоты с 2014 года.



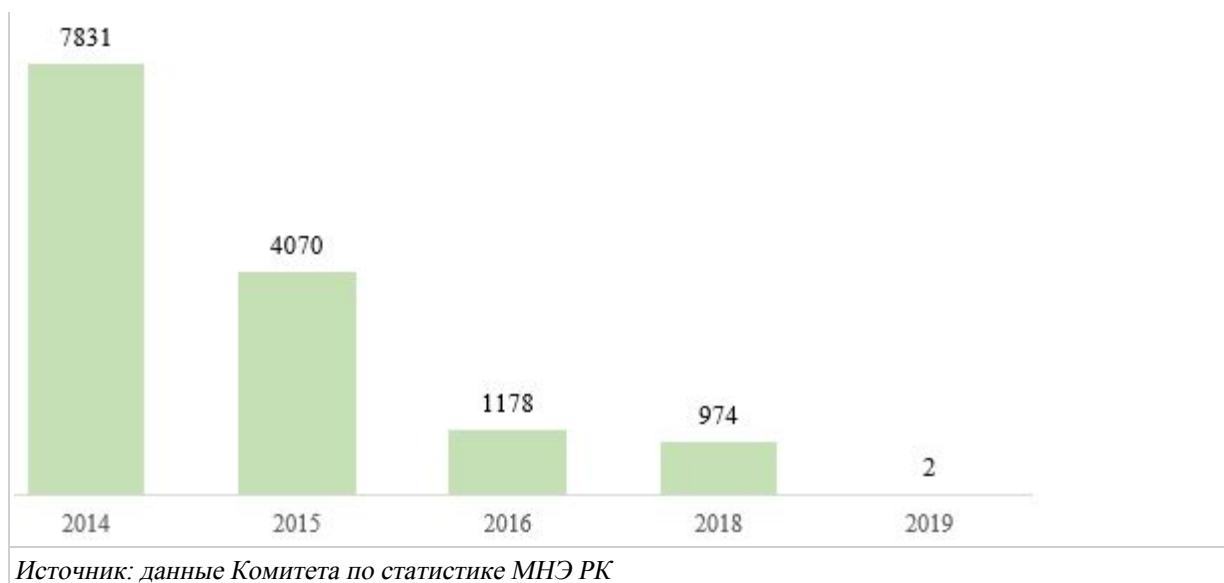


Рисунок 1.6. Производство плавиковой кислоты в РК в период 2014 - 2019 гг., тонн
Характеристика плавиковой кислоты

Качество плавиковой кислоты соответствует требованиям СТ РК 2503 [49], указанным в таблице 1.24.

Таблица 1.24. Химический состав плавиковой кислоты

№ п/п	Наименование показателя	Норма для марки		
		А	В	Г
1	2	3	4	5
1	Внешний вид	Прозрачная бесцветная жидкость		
2	Массовая доля фтористого водорода, HF, %, не менее	35,5	40,0	40,0
3	Массовая доля примесей, %, не более:			
	- кремнефтористоводородной кислоты, H ₂ SiF ₆	0.025	4.5	7.5
	-серной кислоты, H ₂ SO ₄	0.01	1.8	4.5
	-железа, Fe	0.007	-	-
	-нелетучих веществ	0,3	-	-

Плавиковая кислота представляет собой водный раствор фтороводорода, относится к сильным кислотам и является токсичным высокоопасным веществом по воздействию на организм (2 класс опасности); она разрушает стекло и силикаты, каучук и растворяет целлюлозу и, следовательно, разрушает кожу с образованием ожога, сильно действует на слизистые оболочки и дыхательные пути. Поэтому использовать кислоту нужно очень осторожно. В производстве плавиковой кислоты уделяется особое внимание

технике безопасности. Хранится в эбонитовых или полиэтиленовых емкостях. ПДК плавиковой кислоты представлены в таблице 1.25.

Таблица 1.25. ПДК плавиковой кислоты

№ п/п	Вид	ПДК максимально разовая (ПДК _{м.р.})	ПДК среднесуточная (ПДК _{с.с.})
1	2	3	4
1	ПДК в воздухе рабочей зоны, мг/м ³ (в пересчете на ионы фтора)	0,5	0,1
2	ПДК в атмосферном воздухе, мг/м ³ (в пересчете на ионы фтора)	0,02	0,005

Плавиковая кислота, содержащая не менее 40 % HF, используется для селективного извлечения металлов из полиметаллических руд и получения фторидов урана при обогащении и регенерации ядерного топлива. Кислота применяется также для получения фторидов, кремнефторидов и борфторидов и соответствующих кислот. Кроме того, плавиковая кислота является сырьем для очистки отливок чугуна от формовочной смеси, в качестве травильно-полировальных смесей для обработки нержавеющей стали и сплавов и для глазирования стекла, для получения фторуглеродов, в процессах алкилирования и в качестве катализатора в реакции изобутана и олефина. Еще одно направление использования плавиковой кислоты – в полупроводниковой технике и для кислотной обработки стволов нефтяных скважин с целью повышения извлечения нефти.

1.3.4. Основные экологические проблемы

При рассмотрении производства плавиковой кислоты с точки зрения экологии следует отметить ряд экологических проблем, связанных с воздействиями на окружающую среду, среди которых основными являются:

Выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух

Специфичными загрязняющими веществами являются выбросы фтористых соединений, серной кислоты и тетрафторид кремния (SiF₄) с прокаливания фосфатной руды в виде направленных выбросов от абсорбционных установок, а также пыль, возникающая при работе с фосфатной рудой в процессе производства HF. Твердые частицы выделяются в процессе транспортировки и сушки плавикового шпата. На установках производства плавиковой кислоты возникающие на стадии конечной вентиляции выбросы в атмосферу после необходимой обработки оказываются очень низкими.

Сбросы загрязняющих веществ со сточными водами

К веществам, выбрасываемым со сточными водами, нефть и нефтепродукты в растворенном и эмульгированном состоянии, бериллий, сульфаты(анион), аммоний солевой (NH⁴⁺), фтор-ион, хлориды (анион), кальций (катион), магний (катион), хром+

б, железо общее, марганец двухвалентный (ион), взвешенные вещества и др., часть из которых является неотъемлемой частью процесса, другие же являются производными от примесей в сырьевых материалах.

Побочные продукты производства

Сульфат кальция (ангидрит) образуется в качестве побочного продукта при производстве плавиковой кислоты (HF) и содержит от 0,2 до 2,0 % непрореагировавшего CaF_2 и менее 1,0 % H_2SO_4 . Он также содержит большую часть примесей, встречающихся в следовых количествах в плавиковом шпате.

1.3.5. Снижение воздействия на окружающую среду

Снижение воздействия на окружающую среду является одной из приоритетных задач при планировании, эксплуатации производственной деятельности. Основными целями обеспечения экологической безопасности и рационального природопользования являются:

- снижение техногенной нагрузки и поддержание благоприятного состояния природной среды и среды обитания человека;

- недопущение экологического ущерба от хозяйственной деятельности;

- сохранение биологического разнообразия в условиях нарастающей антропогенной нагрузки;

- рациональное использование, восстановление и охрана природных ресурсов.

1.3.6. Ведение комплексного подхода к защите окружающей среды

Комплексный подход к защите окружающей среды подразумевает под собой систему мер, направленных на выявление источников негативного воздействия производственной деятельности предприятий на компоненты окружающей среды, на снижение/предотвращение оказываемого ими техногенного воздействия путем их контроля, а также внедрения и применения наилучших доступных технологий с сопоставлением экологической и экономической эффективности предпринимаемых мер. Подробно комплексный подход к защите окружающей среды описан в подразделе 1.1.6.

1.4. Производство аммиачной селитры, смешанных азотно-фосфорных удобрений, азотной кислоты, аммиака

Во всем мире идет тенденция к производству комплексных удобрений, так называемых NPK (nitrogen, phosphorus, potassium – азот, фосфор, калий), на основе классических формул и в разных пропорциях в зависимости от растения и сезонности. Производство минеральных удобрений в Казахстане имеет важное значение с точки зрения обеспечения потребностей сельскохозяйственного производства и продовольственной безопасности в стране. Поэтому в АО "КазАзот" также сейчас налажена работа в этом направлении и проводятся исследования возможностей Компании в производстве такой продукции. Традиционно в Казахстане в качестве

удобрений используют аммиачную селитру, аммофос и суперфосфат. В меньшем количестве – сульфат аммония, карбамид и калийные удобрения. Две трети продукции АО "КазАзот" потребляется отечественными клиентами. Одну треть в виде азотных удобрений получает сельское хозяйство, вторую – в качестве взрывчатки – горнорудная промышленность. Логистическая экспортная сеть предприятия покрыла почти всю территорию стран СНГ и Балтии, а также государств Восточной Европы. Значительную роль в формировании спроса на минеральные удобрения в Казахстане играет государство с программой субсидирования отечественных сельхозтоваропроизводителей, которые закупают удобрения по удешевленной стоимости.

1.4.1. Сырьевая база

В АО "КазАзот" существуют действующие производства аммиака, слабой азотной кислоты и сложных минеральных удобрений, которые размещены на площадке АО "КазАзот". Природный газ, являющийся основным сырьем в производстве аммиака и топливом для получения собственной электроэнергии в ГПЭС (газопоршневая электростанция установленной мощностью 38,9 МВт с выработкой пара), Компания получает с собственного месторождения Шагырлы - Шомышты, расположенного в Бейнеуском районе. Основная часть энергоресурсов – электроэнергия (частично), морская, техническая и питьевая вода, дистилляты глубокой очистки и общего потока поставляются ТОО "МАЭК–Казатомпром", расположенным в 1 километре от АО "КазАзот".

Газовое месторождение Шагырлы - Шомышты расположено в пределах северного борта Северо-Устьюртского прогиба и административно относится к Бейнеускому району Мангистауской области Республики Казахстан [54].

На сегодняшний день в производственный процесс внедряется технология получения комплексных сложносмешанных удобрений, содержащие основные полезные элементы азот, фосфор, калий и различные микроэлементы. Так, в АО "КазАзот" в мероприятиях по расширению ассортимента производимой продукции, кроме аммиака, слабой азотной кислоты и аммиачной селитры, внедряется технология получения NPK удобрения с использованием фосфоритных руд Чилисайского месторождения.

Новые месторождения фосфоритных руд Чилисайского месторождения имеют отличительные физико-химические особенности по минералогической структуре и содержанию основного компонента, которое намного ниже задействованных месторождений фосфоритных руд Каратауского бассейна. Но учитывая, что богатые месторождения фосфоритных руд Каратауского бассейна заметно истощаются, возникает необходимость вовлечения в сферу производства фосфорсодержащих удобрений других месторождений.

Актобинский (Актюбинский) фосфоритоносный бассейн расположен в Казахстане, к югу от Актюбинска. Включает крупные месторождения: Чилисайское, Богдановское, Кандагачское, Новоукраинское, Рокровское, Алгинское, Коктобинское. Под толщей осадочных пород (мощность — 2 - 2,5 м) находится 1 либо 2 фосфоритоносные толщи, мощностью не более 1 м, разделенные глауконитовыми и кварцевыми песками (до 3,2 м). Залежи образовались в юрский и меловой период. Руда добывается открытым способом.

Чилисайский фосфоритный рудник расположен за городом Кандыагаш, недалеко от поселка Басшили (бывшая Знаменка). Месторождение представляет собой осадочный фосфорит. Месторождение занимает площадь порядка 800 квадратных километров и простирается приблизительно от поселка Аккемир Мугалжарского района вплоть до города Темир Темирского района. По подсчетам специалистов, запасов фосфорита хватит на 56 лет при выходе на мощность 10 миллионов тонн в год. По современным оценкам британской компании Sunkar Resources Plc (2008) Чилисайский участок содержит до 500 - 800 миллионов тонн руды с 9 - 10 % P_2O_5 .

Чилисайское фосфоритное месторождение было открыто геологами в 1930-х годах прошлого века. Осваивать его начали в 1976 году и строили рудник до 1979 года. Тогда же была построена опытная фабрика, на которой обкатывали технологию. Продукция рассчитывалась на обогащение тяжелой почвы Дальнего Востока и Западной Сибири. Предприятие планировалось запустить в 1980 году, однако строительство заморозили. На руднике перерабатывали 750 тысяч тонн фосфора в год. Сейчас все это делается в передвижном дробильно-сортировочном комплексе (ДСК) под открытым небом, и нынешний способ гораздо дешевле. В январе 1987 года была отправлена первая партия фосфоритной муки. До этого один вагон опытной партии отправили в Украину на выращивание сахарной свеклы, где урожайность сразу увеличилась в пять раз.

На сегодняшний день месторождение осваивает ТОО "Темир Сервис". Предварительно обогащенные природные фосфориты Чилисайского месторождения направляются на производство фосмуки путем тонкого помола на ТОО "Темир-Сервис". Помол фосфоритов осуществляется в воздушно-динамических мельницах, где происходит их механо-химическая активация. Мощность двух установок позволяет вырабатывать 40 тонн муки в час. Планируемый объем продукции – 280 тысяч тонн муки ежегодно. Фосмука реализуется в Казахстане и России [55].

Химический состав фосмуки: P_2O_5 (фосфорный ангидрид), не менее 17,0 %, СаО – 33,0 %, MgO – 0,6 %, Fe_2O_3 – 2,1 %, Al_2O_3 – 2,3 %, CO_2 – 3,9 %, $K_2O + Na_2O$ – 1,6 %, SiO_2 – 35,0 %, SO_3 – 1,5 %.

1.4.2. Структура и технологический уровень, виды выпускаемой продукции

АО "КазАзот" осуществляет деятельность по производству химической продукции. Основной деятельностью АО "КазАзот" является производство удобрений, добыча

природного газа. Компания реализует следующие виды продукции: аммиачную селитру, смешанное азотно-фосфорное удобрение, азотную кислоту, аммиак и газ товарный. Аммиачная селитра применяется как для удобрения почвы, так и в производстве взрывчатых веществ и добыче урана. Минеральные удобрения являются одним из важнейших для народного хозяйства видов продукции химической промышленности. Важнейшим видом минеральных удобрений являются азотные: аммиачная селитра, сульфат аммония, карбамид, водные растворы аммиака и другие. В производственных цехах АО "КазАзот" происходит цепочка превращений исходного сырья в готовую продукцию. На территории завода имеются цеха по производству аммиака, слабой азотной кислоты и сложных минеральных удобрений, а также вспомогательные цеха. В АО "КазАзот" применяется уникальная технология грануляции аммиачной селитры в барабанах грануляции. Данная технология используется только в АО "КазАзот" и не имеет аналогов. Технология разработана специалистами предприятия с использованием ранее эксплуатируемого оборудования в производстве фосфорных минеральных удобрений. АО "КазАзот" поставляет свою продукцию на территории Республики Казахстан, а также является экспортоориентированным предприятием, и благодаря проведенной модернизации конкурентоспособно на мировом рынке минеральных удобрений. Продукция АО "КазАзот" экспортируется в Украину, Россию, Кыргызстан, Узбекистан, Азербайджан, Грузию, Туркменистан [54].

По итогам 2019 года аграриями Республики Казахстан применено 470 тысяч тонн минеральных удобрений (в т.ч. 402 тысяч тонн, или 85 % субсидированных удобрений)

В целом за 2019 год в Казахстане произвели 193,2 тысяч тонн фосфорных и 378 тысяч тонн азотных удобрений. Для сравнения, в 2018 году производство фосфорных удобрений составляло 140,7 тысяч тонн, азотных – 363,2 тысяч тонн.

В настоящее время продукция экспортируется в Украину, Россию, Кыргызстан, Узбекистан, Азербайджан, Грузию, Туркменистан.

АО "КазАзот" является единственным производителем аммиачной селитры и аммиака в Республике Казахстан. ТОО "КазАзот" основано в 2005 году на базе имущественного комплекса Азотно-тукового завода. В 2015 году Филиал ТОО "КазАзот" начало осуществлять добычу природного газа на месторождении "Шагырлы-Шомышты".

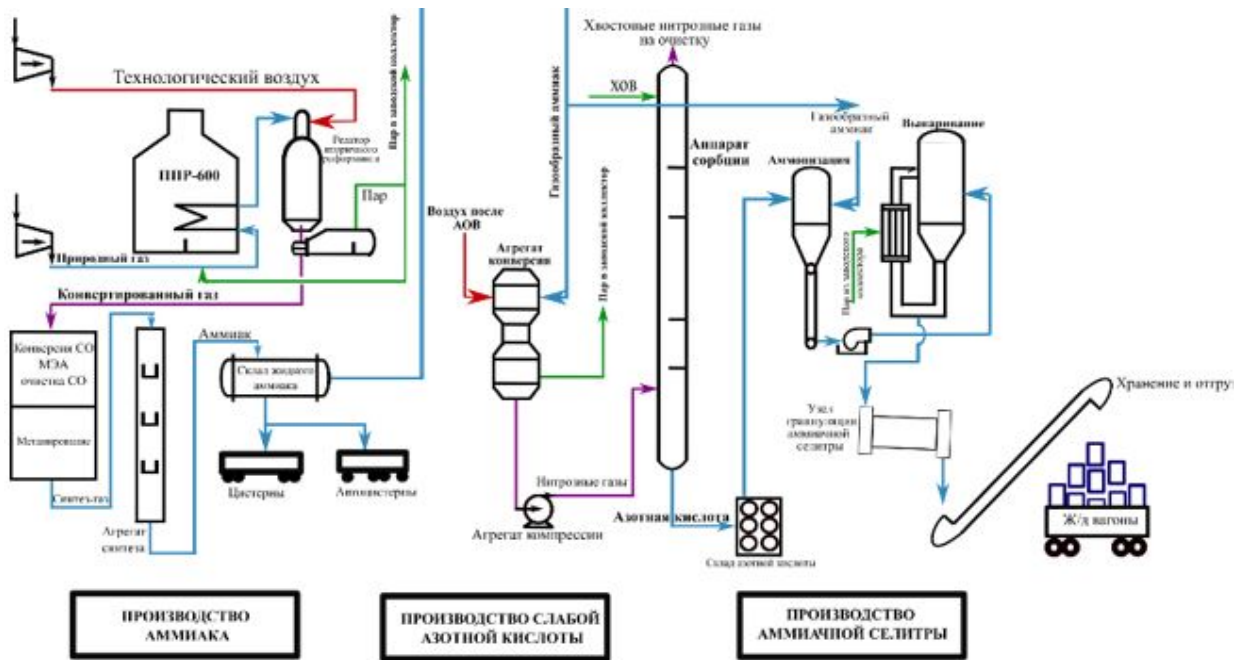


Рисунок 1.7. Многоступенчатая структура производства продукции на АО "КазАзот"

Аммиак является продуктом производства предприятия АО "КазАзот" и транспортируется на производство сложных минеральных удобрений (СМУ) по газопроводам со склада жидкого аммиака из коллектора. Азотная кислота является продуктом производства предприятия АО "КазАзот" и транспортируется на производство СМУ по трубопроводам из цеха слабой азотной кислоты (САК). Брусит поставляется из России. Магнезиальная добавка является продуктом производства СМУ. Транспортируется в пределах производства по трубопроводам.

Конечной товарной продукцией АО "КазАзот" на данный момент являются гранулированная аммиачная селитра, аммиак жидкий и газ товарный. Аммиак газообразный и слабая азотная кислота являются полуфабрикатами и используются в технологических процессах в качестве реагентов в производстве аммиачной селитры (Рисунок 1.7 - 1.8) [54].

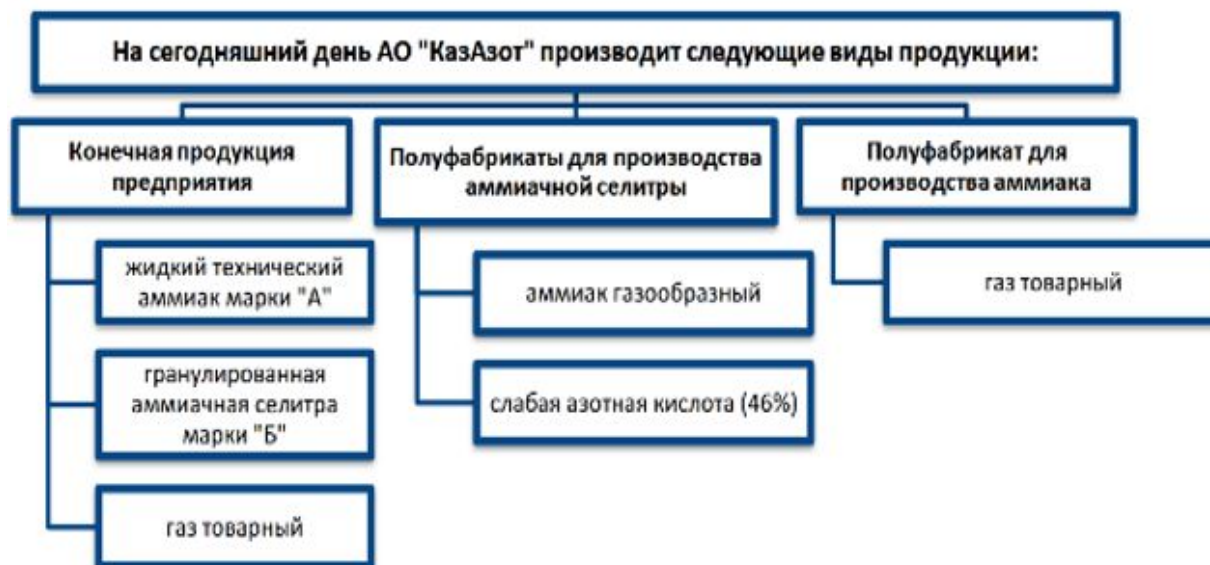


Рисунок 1.8. Структура АО "КазАзот" по видам выпускаемой продукции
Характеристика продукции АО "КазАзот" представлена ниже.

Аммиак

Производство аммиака введено в эксплуатацию в 1978 году. Схема производства выстроена в одну технологическую линию:

подготовка синтез-газа конверсией природного газа с дальнейшей очисткой конвертированного газа от примесей с получением азотоводородной смеси;

компримирование азотоводородной смеси;

прямой синтез аммиака из элементарных водорода и азота.

Проектная производительность цеха по аммиаку – 600 тонн/сутки, 200 000 тонн/год

Производство аммиака выпускает жидкий аммиак, технический, под давлением 1,765 МПа (18 кгс/см²) представляющий собой бесцветную жидкость. При нормальных условиях аммиак - бесцветный газ с удушливым резким запахом, растворим в органических растворителях (ацетон, бензин, спирт и др.) и хорошо растворим в воде (при 0 °С в одном объеме воды растворяется 1200, а при 20 °С около 700 объемов аммиака). Аммиак очень токсичное и пожароопасное вещество, при вдыхании его происходит острое раздражение слизистой оболочки дыхательных путей, слезотечение, удушье, а при его содержании в воздухе от 15,0 до 28,0 % объемных и наличии открытого пламени возможен взрыв.

Физические свойства аммиака представлены в таблице 1.26.

Таблица 1.26. Физические свойства аммиака

№ п/п	Свойства аммиака	Значения
1	2	3

1	Плотность жидкого аммиака при 0 °С и при 0,101 МПа (760 ммрт. ст.) кг/м ³	639
2	Плотность газообразного, кг/м ³	0,771
3	Критическая температура, °С	132,4
4	Критическое давление, МПа(кг·с/см ²)	11,32 (111,5)
5	Температура кипения при 0,101 МПа, °С	- 33,14
6	Температура плавления при 0,101 МПа, °С	- 77,73
7	Критический объем, м ³ /кг	0,00426
8	Критическая плотность, кг/м ³	235
9	Температура самовоспламенения, °С	650
10	Газовая постоянная, кДж/(кг·К)	0,48816
11	Теплота испарения при 0,101 МПа, кДж/кг	1372

Жидкий аммиак легколетучее вещество. Давление, плотность жидкости и паров над жидкостью в зависимости от температуры приведены в таблице 1.27.

Таблица 1.27. Зависимость давления, плотности жидкости и паров над жидкостью в зависимости от температуры

№ п/п	Температура, °С	Давление МПа(абс)	Плотность кг/м ³	
			Жидкость	Пар
1	2	3	4	5
1	50	2,022(20,6)	563.8	15.68
2	45	1,772(18,1)	572.3	13.71
3	40	1,546(15,8)	580.5	11.95
4	35	1,343(13,7)	588.5	10.39

Таблица 1.28. Зависимость давления насыщенных паров аммиака и плотность жидкости и пара от температуры

№ п/п	Температура, °С	Давление МПа(абс)	Плотность кг/м ³	
			Жидкость	Пар
1	2	3	4	5
1	30	1,160(11,8)	596.2	8.992
2	25	0,997(10,2)	603.8	7.754
3	20	0,853(8,7)	611.2	6.658
4	15	0,724(7,4)	618.4	5.689
5	10	0,612(6,2)	625.5	4.836
6	5	0.513(5,2)	632.5	4.088
7	0	(4,4)	639.1	3.453

8	- 5	0,358(3,6)	646.0	2.866
9	- 10	0,281(2,9)	652.6	2.375
10	- 15	0,235(2,4)	659.1	1.953
11	- 20	0,189(1,9)	665.5	1.593
12	- 25	0,151(1,5)	671.8	1.287
13	- 30	0,119(1,2)	678.1	1.030
14	- 35	0,0925(0,94)	684.2	0.8156
15	- 40	0,0712(0,7)	690.3	0.6386
16	- 45	0,0540(0,6)	696.3	0.4938
17	- 50	0,0405(0,41)	702.3	0.3769

В жидком аммиаке при повышенном давлении растворяются водород, азот, метан, аргон.

Таблица 1.29. Растворимость азотоводородной смеси стехиометрического состава в жидком аммиаке, дм³/кг

№ п/п	Давление, МПа(кг·с/см ²)	Температура, °С			
		- 10	0	25	50
1	2	3	4	5	6
1	5,066(51,7)	3.5	-	-	5.0
2	10,13(103,4)	7.0	7.2	6.0	13.1
3	20,26(206,7)	11.9	14.3	16.7	28.3
4	30,40(310,2)	16.7	19.0	26.5	42.5
5	40,53(413,6)	20.6	23.2	35.0	56.5

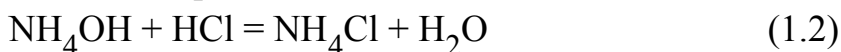
Химические свойства аммиака

При обычной температуре аммиак устойчив. При температуре 1200 – 1300 °С в газовой среде разлагается на азот и водород, а в присутствии катализатора диссоциирует при 300 – 400 °С.

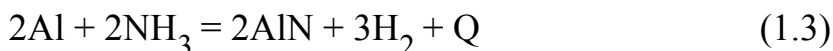
Аммиак вступает в реакции присоединения, замещения и окисления. При растворении аммиака в воде происходит частичное образование гидроксида аммиака:



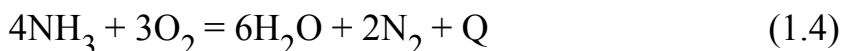
которую можно рассматривать, как слабое основание, вступающее в реакцию с кислотами с образованием солей аммония:



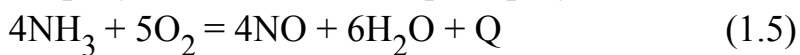
Менее характерны для аммиака реакции замещения, однако при высоких температурах он способен замещать атомы водорода на металл с образованием нитридов - твердых веществ, например:



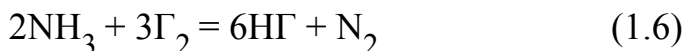
Реакция окисления для аммиака также малохарактерная. В воздухе горит плохо, но в кислороде сгорает желтым пламенем с образованием азота и водяного пара:



В присутствии катализатора образуются окислы азота:



Хлор и бром энергично реагируют с аммиаком:



где: Г₂ – Cl₂, Br₂

По отношению к большинству других окислителей аммиак при обычных условиях устойчив.

Область применения аммиака

Аммиак жидкий технический – сырье для производства минеральных удобрений и многочисленных азотсодержащих промышленных веществ. Аммиак жидкий технический применяется:

для производства азотной кислоты;

для производства удобрений (аммиачной селитры, мочевины, аммофоса и многих других);

в органическом синтезе;

для производства водных растворов, применяющихся в медицине и химической промышленности;

в качестве жидких удобрений;

в качестве растворителя для значительного класса соединений, содержащих азот.

Качество аммиака соответствует требованиям высшего сорта ГОСТа 6221.

Качество выпускаемой продукции

Выпускаемый аммиак жидкий, технический должен соответствовать требованиям ГОСТ 6221 марки "А" [56].

Таблица 1.30. Качественные нормативы жидкого аммиака

№ п/п	Наименование показателей	Норма
1	2	3
1	Массовая доля аммиака, %, не менее	99,9
2	Массовая доля воды, %, не более остаток после испарения то же, методом Фишера	- 0,1
3	Массовая доля азота, %, не более	-
4	Массовая концентрация масла, мг/дм ³ , не более	2
5	Массовая концентрация железа, мг/дм ³ , не более	1
6	Массовая концентрация общего хлора, мг/кг, не более	-

Слабая азотная кислота

Азотная кислота - бесцветная или слегка желтоватая жидкость с едким удушливым запахом. Молекулярная масса 63,02. Химическая формула - HNO_3 . Плотность 46 (вес) % раствора азотной кислоты при 20 °С- 1285 кг/м³. Температура кипения водных растворов повышается с увеличением концентрации, достигая максимальной 121,9 °С при содержании 68,4(вес) % HNO_3 и снижается до 86 °С при дальнейшем повышении концентрации. С водой азотная кислота смешивается в любых соотношениях. Температура замерзания азотной кислоты 46 (вес) % - минус 21 °С.

Азотная кислота - сильный окислитель. Все металлы, кроме платины, родия, иридия, титана, тантала и золота, растворяются в ней. С повышением температуры ее действие на металлы и их сплавы усиливается. Специальные сплавы (например, хромоникелевые) устойчивы в среде азотной кислоты концентрацией до 70 %. Азотная кислота разрушает многие органические вещества. При соприкосновении с ней древесной стружки, опилок, кусков древесины или тряпок может произойти их самовозгорание.

Является промежуточным продуктом и используется на том же предприятии для получения аммиачной селитры, а также для других нужд народного хозяйства.

Азотная кислота реализуется в наименьшем количестве, так как необходима для нужд собственного производства Компании.

Вырабатываемая неконцентрированная азотная кислота должна соответствовать требованиям действующего технического документа в области стандартизации, II сорт, физико-химические показатели которого следующие [57]:

- 1) внешний вид - бесцветная или слегка желтоватая прозрачная жидкость без механических примесей;
- 2) содержание азотной кислоты не менее 46,0 % вес;
- 3) содержание окислов азота в пересчете на N_2O_4 не более 0,2 %;
- 4) содержание прокаленного остатка не более 0,05 %.

Таблица 1.31. Требования к качеству слабой азотной кислоты

№ п/п	Наименование сырья, материалов, полупродуктов	Обозначение НТД или другой документ на подготовку сырья	Показатели, обязательные для проверки	Норма
1	2	3	4	5
			Массовая доля азотной кислоты, %, не менее	46
			Массовая доля окислов азота, %, не более	0,2

1	Азотная кислота	ГОСТ Р 53789	Массовая доля остатка после прокаливания, %, не более	0,05
			Содержание хлор-иона, мг/дм ³ , не более	10

Аммиачная селитра

Аммиачная селитра – это аммиачно-нитратное удобрение. Техническое название продукта – аммиачная селитра (нитрат аммония). Аммиачная селитра имеет молекулярную массу 80,043. Чистый продукт – бесцветное кристаллическое вещество, содержащее: 60 % кислорода; 5 % водорода и 35 % азота (по 17,5 % в аммиачной и нитратной формах). Технический продукт содержит не менее 34,0 % азота.

Таблица 1.32. Физико-химические свойства аммиачной селитры

№ п/п	Показатели	Значения
1	2	3
1	Плотность, тонн/м ³	
	Истинная	1,690 – 1,725
	Насыпная при влажности гранулированного продукта 1 % и 20С:	
	При плотной упаковке	1,164
	При неплотной упаковке	0,826
2	Температура плавления, С	169,6
3	Теплота плавления, кДж/кг	73,21
4	Угол естественного откоса гранулированной аммиачной селитры (размер гранул 1 - 3 мм) при влажности 1 % без добавок, град.	39
5	То же при влажности 0,5 % с магниальной и сульфатно-фосфорной добавками, град.	23 ÷ 28
6	Мольная теплоемкость при 20 ÷ 28 С, кал/ (моль С)	33,8
7	Удельная теплоемкость, ккал/ (кг·град)	
	при 0 С	0,397
	при 10 С	0,398
	при 20 - 28С	0,422
	при 100 С	0,428
	Теплопроводность (при насыпной плотности 68 – 0,76 г/см ³ и	

8	температуре 0 - 100 С), ккал/ (м·ч·град)	0,205
9	Теплопроводность, ккал/ (м·ч·°С) :	
9.1	расплава (100 % NH ₄ NO ₃ , t = 175 С)	0,229
9.2	твердых солей:	
	при 0 С	0,363
	при 50 С	0,357
	при 100 С	0,348
9.2	при 165 С	0,330
10	вязкость расплава (100 % NH ₄ NO ₃ , t = 170 С), мПа·С	5,71
11	поверхностное натяжение расплава (99,3 % NH ₄ NO ₃ , t = 160 С), мН/м	89,27
12	Плотность плава аммиачной селитры при 170С, тонн/м ³	1,436

Аммиачная селитра может кристаллизироваться в разных формах (модификациях) при одном и том же химическом составе. Это явление носит название полиформизма.

Таблица 1.33. Кристаллические формы аммиачной селитры

№ п/п	Условные обозначения кристаллических форм	Системы	Температурные интервалы стабильного существования, С	Плотность, г/см ³	Теплота превращения, кал/г
1	2	3	4	5	6
1	I	кубическая	169,6 – 125,2	-	16,75
2	II	тетрагональная	125,2 – 84,2	1,69	12,24
3	III	ромбическая или моноклинная	84,2 – 32,3	1,66	4,17
4	IV	ромбическая бипирамидальная	от +32,2 до - 16,9	1,725	4,90
5	V	тетрагональная	Ниже- 16,9	1,725	1,6

Обнаружено существование точки перехода также в интервале 44 ÷ 57 С. Превращения одной кристаллической формы аммиачной селитры в другую часто сопровождаются явлениями переохлаждения или перегрева. Например, при быстром охлаждении – от 125,2 С до температуры ниже 32 С модификация II может превращаться непосредственно в форму IV без образования кристаллической формы III. В присутствии примесей (сульфаты аммония, кальция, магния) температура превращения может понижаться. Примеси разных ионов изменяют также форму кристаллов NH₄NO₃. Повышение давления изменяет температуры превращения: так

при 800 ат. температура превращения NH_4NO_3 (III) \leftrightarrow NH_4NO_3 (IV) повышается до 60,8 С.

Давление пара над нитратом аммония (в мм рт. ст.) при различных температурах: 76 С – 0,0024, 100 С – 0,0154, 123 С – 0,0738, 160 С – 0,958, 170 С – 1,40, 200 С – 6,31, 240 С – 33,4.

При растворении аммиачной селитры в воде поглощается большое количество тепла, например при растворении 1 моля кристаллической аммиачной селитры в 220 – 400 моль воды и температуре 10 – 15 С происходит поглощение 6,4 ккал. тепла. Растворение 1 объема селитры в 1 объеме воды вызывает снижение температуры раствора на 5 С.

Нитрат аммония хорошо растворим в воде, этиловом и метиловых спиртах, пиридине, ацетоне и в жидком аммиаке. Селитра аммиачная поддерживает горение и окисление.

Показатель растворимости в воде: 122 % вес. при 0 С.

Аммиачная селитра марки Б применяется в сельском хозяйстве.

Допускается применение аммиачной селитры марки Б и в промышленности. Гранулированная аммиачная селитра менее гигроскопична, меньше слеживается при хранении, сохраняет хорошую рассыпчатость.

Аммиачная селитра выпускается только с применением кондиционирующих добавок, содержащих магний, кальций, сульфат либо сульфат с фосфатом. Добавки с сульфатом и фосфатом требуют присутствия в удобрении поверхностно-активных веществ. Код ТНВЭД 310230 (нитрат аммония, в т.ч. в водном растворе). Качество аммиачной селитры соответствует требованиям высшего сорта ГОСТа 2 [58].

Таблица 1.34. Качественные нормативы аммиачной селитры

№ п/п	Наименование показателей	Норма для марки			
		А	Б		
			Высший сорт	1-й сорт	2-й сорт
1	Суммарная массовая доля нитратного и аммонийного азота в пересчете: на NH_4NO_3 в сухом веществе, %, не менее на азот в сухом веществе, %, не менее	98 не норм.	34,4	34,4	34,4

2	Массовая доля воды, % не более:				
	с сульфатной и сульфатно-фосфатной добавками	0,2	0,2	0,2	0,3
	с добавками нитратов кальция и магния	0,3	0,3	0,3	0,3
3	рН 10 %-го водного раствора не менее-	5,0	5,0	5,0	5,0
		4,0	4,0	4,0	4,0
	с сульфатно-фосфатной добавкой-				
4	Массовая доля веществ, нерастворимых в 10 %-ном растворе азотной кислоты, %, не более	0,2	Не нормируется		
5	Гранулометрический состав:				
	Массовая доля гранул размером:				
	от 1 до 3 мм, %, не менее –				
	от 1 до 4 мм, %, не менее –	93,0	не норм	не норм.	не норм.
	в том числе размером от 2 до 4 мм, %, не менее –	не норм.	95,0	95,0	95,0
	Массовая доля гранул размером менее 1мм, %, не более –	не норм.	80,0	50,0	не норм.
Массовая доля гранул размером более 6 мм, %, не более –	4,0	3,0	3,0	4,0	
Массовая доля гранул размером менее 1мм, %, не более –	0,00	0,00	0,00	0,00	
Статическая прочность гранул Н/гранулу (кг/гранулу), не менее-					
	5,0 (5,0)	-	7,0 (0,7)	5,0 (0,5)	

6	с сульфатной и сульфатно-фосфатными добавками – с добавками нитратов кальция и магния -	-	10 (1,0)	-	-
		-	8 (0,8)	-	-
7	Рассыпчатость, %, не менее	100,0	100,0	100,0	100,0

Примечание: требования к качеству аммиачной селитры, предназначенной для экспорта, должны соответствовать требованиям договора (контракта).

1.4.3. Техничко-экономические характеристики

Готовая продукция Компании (аммиачная селитра и аммиак) реализуется на территории Республики Казахстан и за ее пределы. Отправка гранулированной аммиачной селитры и жидкого аммиака в адрес покупателя производится железнодорожным и морским транспортом. Газ товарный реализуется Акционерным обществом "КазТрансГаз" (далее - АО "КазТрансГаз").

У АО "КазАзот" отличается технология производства, она уникальна – гранулирование селитры идет в цельных гранулах.

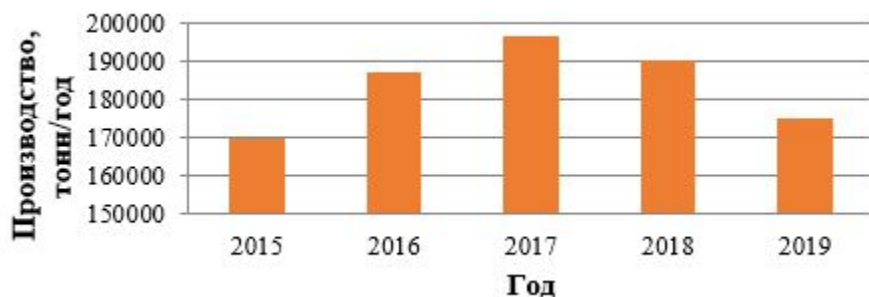


Рисунок 1.9. Объем выпуска аммиака, тонн в год

На рисунке 1.9 предоставлены данные по производству аммиака на АО "КазАзот". Природный газ, являющийся основным сырьем в производстве аммиака и топливом для получения собственной электроэнергии в ГПЭС (газопоршневая электростанция установленной мощностью 38,9 МВт с выработкой пара), компания получает с собственного месторождения Шагырлы-Шомышты, расположенного в Бейнеуском районе. Что обеспечивает полную сырьевую независимость предприятия. Производимый аммиак соответствует высшему сорту по стандарту ГОСТ 6221. ГОСТ 6221 Аммиак безводный сжиженный. Аммиак отгружается в цистерны для перевозки ж/д транспортом и контейнеры. Аммиак жидкий технический - сырье для производства минеральных удобрений и многочисленных азотсодержащих промышленных веществ.

Производственные мощности АО "КазАзот" рассчитаны на производство: более 200 000 тонн аммиака в год (600 тонн/сутки). Мировой объем производства аммиака - более 180 млн. тонн ежегодно [59].

Реализация аммиака в 2019 году составила 10,19 тысяч тонн, что на 3,9 тысяч тонн меньше, чем в 2018 году. Наибольшую реализацию из ассортимента продукции Компании показал газ товарный и составил 642, 171 млн. м³. Азотная кислота реализуется в наименьшем количестве, так как необходима для нужд собственного производства АО "КазАзот".

На рисунке 1.10 предоставлены данные по производству слабой азотной кислоты на предприятии АО "КазАзот", кислота используется на предприятии в качестве сырья для производства других продуктов.

По данным за 2019 год слабая азотная кислота использовалась для производства сложных минеральных удобрений АО "КазАзот" в объеме 284 303 тонн.

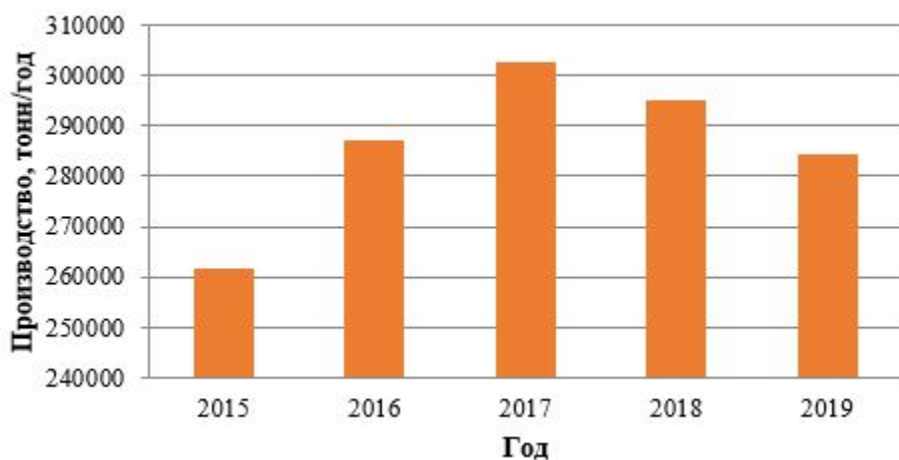


Рисунок 1.10. Объем производства слабой азотной кислоты на АО "КазАзот" по годам, тонн в год

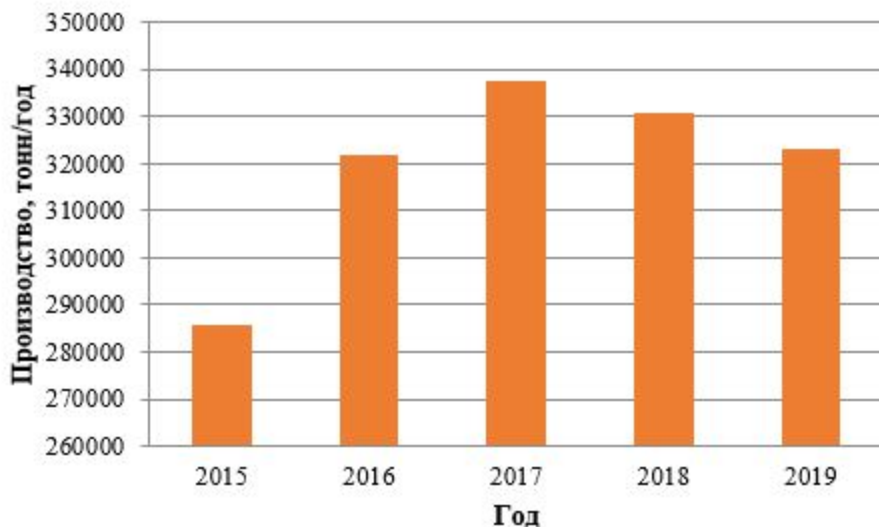


Рисунок 1.11. Объем выпуска аммиачной селитры, тонн в год

На рисунке 1.11 предоставлены данные по производству – аммиачной селитры. Сырьем для производства аммиачной селитры является газообразный аммиак и слабая азотная кислота. Аммиачная селитра является макроудобрением необходимым для всех сельскохозяйственных культур. Широко используется во всех ресурсосберегающих технологиях, активно осваиваемых в Казахстане. Аммиачная селитра относится к тому виду минеральных удобрений, без которого практически невозможно современное сельское хозяйство. В 2019 году АО "КазАзот" реализовало 267,66 тысяч тонн аммиачной селитры, что на 82,78 тысяч меньше, чем в 2018 году.

Реализация продукции АО "КазАзот" в 2019 году в целом снизилась по сравнению с результатами 2018 года.

В таблице 1.35 представлены данные по фактическому выпуску продукции АО "КазАзот" за пять лет за 2015 - 2019 гг.

Таблица 1.35. Выпуск продукции за период 2015 - 2019 гг.

№ п/п	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.
1	2	3	4	5	6
1	Аммиак жидкий, тонн/год				
	171 845	187 383	196 923	190 583	175 008
2	Аммиачная селитра, тонн/год				
	285 882	321 805	337 442	330 874	323 077

1.4.4. Основные экологические проблемы

При рассмотрении производства азотосодержащих соединений с точки зрения экологии следует отметить ряд экологических проблем, связанных с воздействиями на окружающую среду, среди которых основными являются:

Выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух

К основным (маркерным) загрязняющим веществам, выбрасываемым в атмосферу, относятся диоксид азота, аммиак, пыль аммиачной селитры. Выбросы в атмосферу при производстве аммиака состоят главным образом из водорода (H_2), диоксида углерода (CO_2), монооксида углерода (CO) аммиака (NH_3), которые главным образом связаны со сжиганием природного газа или дизельного топлива в турбинах, котлах, компрессорах и других системах для выработки энергии и тепла. При удалении CO_2 возникают выбросы концентрированного диоксида углерода. Могут также возникать неорганизованные выбросы NH_3 (например, из резервуаров-хранилищ, клапанов, фланцев и трубок), особенно при подаче или транспортировке.

Технологические выбросы из установок по производству азотной кислоты состоят в основном из оксида азота (NO), диоксида азота (NO_2) и оксидов азота (NO_x), содержащихся в остаточных газах колонны для абсорбции кислоты, закиси азота (N_2O), следовых количеств паров азотной кислоты (HNO_3), возникающих при заполнении емкостей для хранения кислоты, а также аммиака (NH_3).

Технологические выбросы состоят в основном из аммиака и пыли из нейтрализаторов, испарителей, грануляторов, осушителей и охладителей. Неконтролируемые выбросы аммиака происходят из резервуаров для хранения и технологического оборудования.

Следует уделить особое внимание методам обращения и хранения NH_3 (летучий и ядовитый в высоких концентрациях), а также горючих газов, таких как природный газ, CO, H_2 и др. так как их влияние может быть связано с существенным острым воздействием на персонал и, возможно, на местное население, в зависимости от количества и типа выброшенных химических веществ.

Сбросы загрязняющих веществ

Стоки от установок при работе в обычном режиме образуются за счет сброса технологического конденсата или при очистке отработанных газов, содержащих аммиак, метанол и амины.

Шум и вибрация

Основными источниками шума и вибрации на производстве являются вентиляционные установки, электродвигатели, компрессоры.

В соответствии с Приказом Министра здравоохранения Республики Казахстан от 16 февраля 2022 года № ҚР ДСМ- 15 "Об утверждении Гигиенических нормативов к физическим факторам, оказывающим воздействие на человека" максимально допустимый уровень звука на рабочих местах производственных и вспомогательных зданиях составляет 95дБА. Фактический уровень шума находится в пределах от 75 до 80 дБА.

1.4.5. Снижение воздействия на окружающую среду

Снижение воздействия на окружающую среду является одной из приоритетных задач при планировании, эксплуатации производственной деятельности. Основными целями обеспечения экологической безопасности и рационального природопользования являются:

- снижение техногенной нагрузки и поддержание благоприятного состояния природной среды и среды обитания человека;

- недопущение экологического ущерба от хозяйственной деятельности;

- сохранение биологического разнообразия в условиях нарастающей антропогенной нагрузки;

- рациональное использование, восстановление и охрана природных ресурсов.

На основании этих целей выделяются следующие приоритетные направления деятельности:

- управление рисками в области обеспечения экологической безопасности;

- экологический мониторинг и производственный экологический контроль;

- управление системой предупреждения, локализации аварийных ситуаций и ликвидации их последствий;

- ввод в эксплуатацию природоохранных объектов;

- развитие программ энергосбережения и повышения энергоэффективности;

- развитие программ по утилизации/обезвреживанию отходов производства;

- реализация программ модернизации технологических активов;

- разработка и внедрение экологичных технологий;

- обучение и развитие персонала в области экологической безопасности.

Для улучшения показателей в области экологической безопасности рассматриваются:

- возможность последовательного перехода от реализации мероприятий по устранению ущерба к оценке потенциальных экологических рисков и внедрению мер по предупреждению негативного воздействия производственной деятельности на окружающую среду;

- совершенствование процессов в рамках системы экологического менеджмента.

Одна из основных природоохранных задач предприятия является снижение выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух. С этой целью реализуется ряд мер, направленных на повышение уровня промышленной безопасности, минимизацию воздействия заводов на окружающую среду, повышение качества выпускаемой продукции и улучшение экологических характеристик выпускаемой продукции. Одним из способов уменьшения выбросов и повышения эффективности производства аммиака является применение энерготехнологической схемы с парогазовым циклом, в котором в качестве рабочей теплоты используется не только теплота водяного пара, но и продуктов сгорания топлива

Рациональное использование водных ресурсов реализуется внедрением мероприятий, направленные на минимизацию объемов водопотребления, снижение экологических рисков в области охраны водных ресурсов.

Система управления производственными отходами позволяет оптимизировать потоки движения отходов, снизить экологические последствия и экономические издержки их образования. Предприятие стремится к максимально возможному сокращению отходов для снижения негативного воздействия на окружающую среду.

1.4.6. Ведение комплексного подхода к защите окружающей среды

Комплексный подход к защите окружающей среды подразумевает под собой систему мер, направленных на выявление источников негативного воздействия производственной деятельности предприятий на компоненты окружающей среды, на снижение/предотвращение оказываемого ими техногенного воздействия путем их контроля, а также внедрения и применения наилучших доступных технологий с сопоставлением экологической и экономической эффективности предпринимаемых мер. Подробно комплексный подход к защите окружающей среды описан в подразделе 1.1.6..

1.5. Производство хлора и каустической соды

АО "Каустик" – предприятие химической отрасли Республики Казахстан, связанное с получением хлора, каустической соды и производством полупродуктов и продуктов на основе хлора.

Основными видами производственной деятельности АО "Каустик" в настоящее время являются: производство хлора и каустической соды мембранным методом; розлив жидкого хлора в мелкую тару; производство гипохлорита натрия технического; производство ингибированной соляной кислоты; производство сжатого воздуха; гуммирование, промывка и пропарка железнодорожных цистерн; управление полигоном твердых промышленных отходов; локально-очистные сооружения (ЛОС).

АО "Каустик" расположена в Республике Казахстан, г. Павлодар, Северная промзона. Основной вид деятельности производство хлора и каустической соды мембранным методом. Действующие объекты расположены на территории Промплощадки №1. Промплощадка №2 законсервирована [68].

Промплощадка №1 АО "Каустик" граничит с ТОО "САЭМ-Павлодар", ТОО "Промикс", и ТОО "Ремонтно-литейный завод", которые имеют собственные земельные участки за пределами промплощадки №1 и полигоном захоронения ртутисодержащих отходов от проведенных работ по демеркуризации закрытого производства хлора и каустической соды мембранным методом на ПО "ХИМПРОМ".

От промплощадки № 2 АО "Каустик" на северо-восток располагается принадлежащий АО "Каустик" полигон захоронения твердых промышленных отходов.

От промплощадки № 1 АО "Каустик" на север и в 6,0 км от р. Иртыш на правом ее берегу располагается водоем-накопитель сточных вод "Былкылдак".

Лесов и сельскохозяйственных угодий, граничащих с промплощадками нет. Ближайшая к АО "Каустик" жилая зона (с. Павлодарское) находится в западном направлении на расстоянии 4,0 км. Расстояние до селитебной части г. Павлодар составляет 9.0 км. Режим работы – 365 дней в году круглосуточно.

Населенные пункты, которые находятся вблизи промышленной площадки, располагаются западнее и южнее Северной промышленной зоны города Павлодар, включая дачные массивы, которые также расположены южнее, на сравнительно отдаленном расстоянии от завода.

АО "Каустик" включает в себя производственные и непроизводственные здания, учебный центр, офисные помещения, а также пруд-накопитель сточных вод "Былкылдак", полигон для захоронения отходов производства, для транспортировки продуктов и сырья предусмотрены железнодорожные пути.

В Павлодарской области размещение данного электрохимического производства объясняется наличием:

- соленых озер - источники сырья для производства каустической соды;
- крупных источников дешевой электроэнергии;
- большого количества пресной воды.

При проектировании данного производства также учитывалось наличие потенциальных потребителей. Продукция, производимая АО Каустик, востребована в металлургической, теплоэнергетической отраслях, на предприятиях коммунального хозяйства, развитых в Казахстане.

1.5.1. Сырьевая база

Для производства каустической соды используется соль, которая добывается на озере Тайканыр примерно в 150 км от завода. Запасы соли в озере составляют по расчетам порядка 2 млн. тонн.

С 2011 года, когда АО "Каустик" реализовало проект первой очереди хлор-щелочного производства по государственной программе форсированного индустриально-инновационного развития (ФИИР), соляные отложения озера вошли в технологическую цепочку предприятия, и водоем стал сырьевой базой второго, реализуемого, этапа развития хлор-щелочного производства.

Озеро является возобновляемым источником соли. Рапа, которой промывают черную соль, проходит двухстадийную очистку, а позже вновь отправляется в озеро для дальнейшего процесса образования новых соляных залежей [69].

Озеро Тайканыр находится в степной низине Актогайского района в 120 км к северо-западу от Павлодара и около 55 км от Иртыша, в 10 - 15 км юго-восточнее с. Разумовка. В морфологическом строении его котловины выделяются три террасы, средняя из которых очень слабо выражена.

Коренными породами района являются серо-зеленоватые, бурые, серые глины с мергелистыми включениями и прослоями водоносных песков. На них залегают более

молодые отложения террас – песчано-гравелито-галечниковые осадки, а также супеси и суглинки. Наиболее крупнообломочный материал (гравий, галька) слагает разрез верхней террасы, тогда как отложения средней и особенно нижней террас представляют значительно более мелкозернистый материал. Верхние террасы образованы проточной речной водой, а нижняя – озерной. По склонам котловины развиты пухлые солончаки, состоящие главным образом из сернокислого натрия. Обнажающиеся в обрывах глины и суглинки обычно известковистые, с кристаллами гипса и значительно засолены.

Рапа большей части озера имеет мощность 10 - 20 см и лишь у западных берегов – 80 см. Химический состав рапы озера, (в г/кг), место взятия пробы – 100 м от северного берега: сухой остаток - 264, Na - 56,65, Mg - 25,68, Ca - 4,530, Cl - 154,8, SO₄ - 20,57, HCO₃ - 0,053, сумма ионов 262,3, температура рапы 18,5 °С. Проба взята в 800 м от восточного берега, близ буровой скважины 17/25: сухой остаток - 260, Na - 64,52, Mg - 23,52, Ca - 0,013, Cl - 156,8, SO₄ - 15,16, HCO₃ - 0,121, сумма ионов – 260,1.

Строение соляной залежи представляется в следующем виде [70]:

1) верхняя пачка слоев поваренной соли состоит из новосадки и садки прошлых лет, местами с тонкими прослойками ила (до 5 см);

2) следующий горизонт представляет собой комовую соль. Слои – крупные кристаллы поваренной соли. В промежутках между кристаллами находится черный ил, который иногда образует самостоятельные прослойки незначительной мощности. Общая мощность 1-го и 2-го горизонтов в середине озера – около 1,5 м, а к берегам уменьшается;

3) ниже идет горизонт, представленный перемежающимися слоями соли и ила, причем последний играет уже заметную роль. Мощность этого горизонта около 1,5 м;

4) следующий горизонт состоит из поваренной соли, ила и сернокислых солей магния и натрия. Последние представляют самостоятельные кристаллические образования, главную роль в которых играет сернокислый магний. В некоторых участках центральной части озера в составе данного горизонта доминирующее значение принадлежит сульфатам магния и натрия, поваренная же соль имеет второстепенное значение. Мощность этого горизонта в середине озера оценивается в 1 - 2 м;

5) ниже следуют илистые отложения черного и серого цвета. Питание озера осуществляется за счет поверхностных временных потоков и грунтовых вод, выходящих в некоторых местах склонов котловины и береговой полосы обычно в виде небольших источников. Они также вскрыты буровыми скважинами в пределах озерной котловины.

Озеро Тайканыр относится к месторождениям, содержащие соли в донных отложениях, относительно выдержанных по мощности и составу, а также в

межкристалльной и поверхностной рапе, глубина, состав и концентрация которой в многолетнем периоде резко изменчивы. В таких озерах соотношение запасов солей в донных отложениях и поверхностной рапе в многолетнем периоде существенно меняется [71].

На площадках пересыпки сырья и сухой продукции при их переработке и складировании количество сырья (поваренной соли) составляет 50 тысяч тонн в год.

1.5.2. Структура и технологический уровень, виды выпускаемой продукции

АО "Каустик" основано в 2010 году на базе Павлодарского химического комбината. Новое производство каустической соды и хлорсодержащей продукции проводится современным мембранным методом. По аналогичной технологии каустическую соду производят на ПО "Навоиазот" (Узбекистан), и на иркутском ОАО "Саянскхимпласт" (с 2006 г.).

Проект строительства завода АО "Каустик" подготовлен ТОО "КазГипроЦветМет" (Казахстан, г. Усть-Каменогорск). В октябре 2011 года начат выпуск товарной продукции: каустической соды, жидкого хлора, соляной кислоты и гипохлорита натрия

За это время завод вышел на мощность в год 30 тысяч тонн каустической соды (90 % потребностей внутреннего рынка), 26 тысяч тонн хлора (100 %), 45 тысяч тонн соляной кислоты (100 %), смог одолеть конкуренцию в лице перекупщиков.

На сегодняшний день АО "Каустик" является единственным отечественным производителем каустической соды, хлора, соляной кислоты и гипохлорита натрия. Производимая продукция применяется в основных отраслях промышленности и сфере обеспечения жизнедеятельности страны. В частности, каустическая сода - на предприятиях горнодобывающей, металлургической, нефтегазовой, энергетической и химической отраслей, проектная мощность 30 000 тонн в год. Соляная кислота - на предприятиях нефтегазовой, энергетической и химической отраслей, проектная мощность 45 000 тонн в год. Жидкий хлор - на предприятиях тепловодоснабжения и металлургической отрасли, целлюлозно-бумажной промышленности, проектная мощность 26 000 тонн в год. Гипохлорит натрия - на предприятиях тепловодоснабжения, металлургической и химической отраслей, проектная мощность 6 600 тонн в год.

До 2011 года основным источником поставок данной продукции на казахстанский рынок являлся импорт из России, Узбекистана и Китая. С выходом на рынок АО "Каустик" ситуация изменилась: выпускаемая заводом продукция поставляется как на казахстанский рынок (полностью замещая импорт), так и экспортируется в страны СНГ и далее зарубежье.

Высокий уровень качества выпускаемой продукции отмечен основными потребителями продукции, в число которых входят компании АО "НАК Казатомпром", АО "Усть-Каменогорский титано-магниевого комбинат", АО "Алюминий Казахстана",

АО "Павлодарский нефтехимический завод", АО "АрселорМиттал Темиртау", ТОО "Тенгизшевройл", Hulliburton, Schlumberge, организации водоснабжения и пр.

В таблице 1.36 представлены основные потребители соляной кислоты, получаемой на предприятии АО "Каустик".

Таблица 1.36. Основные потребители соляной кислоты, получаемой на предприятии АО "Каустик".

№ п/п	Местонахождение	Компании
1	2	3
1	На территории Республики Казахстан	АО "УМЗ" г. Усть-Каменогорск, АО "ArcelorMittal" г. Темиртау, "Тенгизшевройл" г. Атырау, "Schlumberger" г. Атырау
2	За рубежом	ЗАО "Сибресурс" г.Новосибирск

Технология промышленного производства каустической соды заключается в электролизе раствора хлорида натрия. Основными продуктами электролиза являются NaOH, а также газообразный хлор и водород (Cl_2 и H_2). Производство хлора и каустической соды по современной и эффективной мембранной технологии исключает применение высокотоксичной ртути и связанное с этим нанесение ущерба окружающей среде, присущей старой технологии. При выборе технологии учитывалась мировая практика развития и совершенствования различных электрохимических процессов получения хлора и каустической соды методом электролиза раствора поваренной соли. Основными достоинствами мембранного метода являются - экологическая чистота, экономия энергоресурсов, высокое качество получаемых продуктов и удобство эксплуатации [72].

Мембранные электролизеры и технология получения хлора и каустической соды, поставляемые компанией "TissenKruppUhdeChlorineEngineers" (указать страну-производитель) с успехом эксплуатируются в Европе, Китае, США, Аргентине, Иране, Турции, на территории СНГ аналогичные производства имеются в России (Иркутская область), в Украине (г. Калуш), в Узбекистане (г. Навои).

Характеристика продукции АО "Каустик"

Сода каустическая (едкий натр, NaOH) - продукт марки РХ в водном растворе с содержанием основного вещества 50 %, твердая чешуирированная с содержанием основного вещества 98,8 %.

Применяется практически во всех отраслях промышленности: в черной и цветной металлургии, легкой, пищевой, на предприятиях энергетики, где является незаменимым реагентом в системах водоподготовки.

Гидроксид натрия NaOH получил свое название по причине сильного разъедающего действия на животные и растительные ткани. Представляет собой белые кристаллы плотностью 2,13 г/см³. Температура плавления соединения составляет 322 °С,

температура кипения – 1390 °С. Каустическая сода характеризуется высокой степенью гигроскопичности и при ее соединении с водой выделяется большое количество тепла. На воздухе гидроксид натрия, поглощая диоксид углерода (CO₂), превращается в карбонат натрия. По своим химическим свойствам каустическая сода является сильным основанием. Водные растворы едкого натра имеют сильнощелочную реакцию– рН 1 %-ного раствора NaOH достигает 13. Каустическая сода легко разрушает поверхность алюминия и цинка, с трудом – поверхность свинца и олова, тогда как на большинство других металлов соединение не действует. Кроме того, едкий натр разъедает стекло, поэтому раствор NaOH хранится в полимерной посуде.

Гидроксид натрия является крайне опасным для живых организмов – соединение вызывает ожог и кожи, и слизистой оболочки. Каустическая сода является важнейшим сырьем многих отраслей народного хозяйства. Так, в химической промышленности она используется для получения различных натриевых солей, фосфатов, органических соединений и другой продукции. Кроме того, NaOH применяется в процессе выработки целлюлозы из древесины при сульфатной варке; при выпуске искусственных волокон, мыла, моющих средств, красителей, оксида алюминия из бокситов и фенолов из минеральных масел. Едкий натр входит в состав электролитов, предназначенных для чернения, обезжиривания и проведения некоторых электролитических процессов (в технологии олова и цинка).

Таблица 1.37. Каустическая сода, Нормы массовых долей примесей в пересчете на 100 % - ный продукт.

№ п/п	Наименование показателей	Норма для марки			
		ТМ (чешуированный)		РМ (раствор)	
		Высший сорт	Первый сорт	Высший сорт	Первый сорт
1	2	3	4	5	6
	Внешний вид	Чешуированная масса белого цвета. Допускается слабая окраска		Бесцветная или окрашенная жидкость. Допускается выкристаллизованный осадок	
	Массовая доля гидроксида натрия (NaOH), %, не менее	98	96	48	46
	Массовая доля углекислого натрия, %, не более	0,8	1	0,4	0,6
	Массовая доля хлористого натрия, %, не более	0,2	0,3	0,1	0,2
	Массовая доля железа в пересчете на	0,01	0,02		0,008

	Fe ₂ O ₃ , %, не более			0,004	
	Массовая доля кремневой кислоты в пересчете на SiO ₂ , %, не более	0,1	0,2	0,08	0,1
	Массовая доля хлорноватокислого натрия (NaClO ₃), %, не более	0,015	0,02	0,008	0,01

Хлор жидкий (Cl₂). Объем производства 26 000 тонн в год. Объемная доля хлора не менее 99,8 % [74].

Дезинфицирующий реагент, применяющийся при подготовке воды и при обеззараживании сточных вод, также хлорирующий агент в химической промышленности и цветной металлургии.

Таблица 1.38. Хлор жидкий

№ п/п	Наименование показателей	Норма
		Первый сорт
1	2	3
1	Объемная доля хлора, % не менее	99,6
2	Массовая доля воды, %, не более	0,04
3	Массовая доля треххлористого азота, %, не более	0,004
4	Массовая доля нелетучего остатка, %, не более	0,10

Кислота соляная. На АО "Каустик" производят техническую соляную кислоту по ГОСТ 857. Водный раствор с содержанием основного вещества 35 % вес.

Применяется в нефтяной, химической, медицинской, пищевой промышленности, цветной и черной металлургии.

По внешнему виду – прозрачная, бесцветная или желтоватая жидкость с резким запахом. Плотность – 1,175 г/см³.

Соляная кислота используется во многих отраслях промышленности. Основными отраслями, где используется соляная кислота, являются металлургия, гальванопластика, пищевая промышленность, медицина.

Также HCl применяется в производстве пластмасс, ядохимикатов, полупродуктов и красителей для очистки поверхности металлов от окислов, карбонатов, в электротехнической, текстильной промышленности.

Таблица 1.39. Кислота соляная синтетическая (ГОСТ 857) [75]

№ п/п	Наименование показателей	Норма
		Марка А

1	2	3
1	Внешний вид	Прозрачная, бесцветная или желтоватая жидкость
2	Массовая доля хлористого водорода, %, не менее	35
3	Массовая доля железа (Fe), %, не более	0,001
4	Массовая доля остатка после прокаливания, %, не более	0,010
5	Массовая доля свободного хлора, %, не более	0,002
6	Массовая доля мышьяка (As), %, не более	0,0001
7	Массовая доля ртути (Hg), %, не более	0,0003

Таблица 1.40. Кислота соляная ингибированная [76]

№ п/п	Наименование показателей	Норма
1	2	3
1	Внешний вид	Жидкость от светло-желтого до коричневого цвета. Допускается присутствие незначительной мути и небольшого осадка.
2	Массовая доля хлористого водорода, % в пределах	20 - 25
3	Массовая доля железа, %, не более	0,03
4	Скорость коррозии стали Ст3, при (20±2) °С за 24 часа, г/м ² час, не более	0,2

Для получения кислоты соляной ингибированной применяют ингибиторы – ИКУ- 1; ВПП- 2В; ИНВОЛ- 2; НАПОР-КБ. При применении ингибитора ВПП- 2В допускается масляная пленка на поверхности кислоты. По согласованию с потребителем допускается изготовление кислоты соляной ингибированной с массовой долей хлористого водорода более 25 %. По согласованию с потребителем допускается использование других ингибиторов.

Гипохлорит натрия технический. Особое значение получил производимый предприятием гипохлорит натрия, который в настоящее время в условиях пандемии коронавируса применяется в качестве эффективного дезинфицирующего средства для обработки улиц, жилых и нежилых помещений, больниц, детских садов и т.п.

Гипохлорит натрия технический NaClO соответствует ГОСТ 11086. Объем производства 6600 тонн в год. Массовая концентрация активного хлора не менее 180 г/дм³.

Применяется для обеззараживания бытовых и промышленных сточных вод, питьевой воды и воды плавательных бассейнов, санитарно-бытовых помещений, плавательных бассейнов, санитарно-бытовых помещений, для дезинфекции в быту, больницах и лечебно-оздоровительных учреждениях, оборудования, белья, хозяйственно и другого инвентаря, для отбеливания бумаги, ваты, хлопка, ткани, целлюлозы и т.д.

Таблица 1.41. Гипохлорит натрия

№ п/п	Наименование показателя	Значение показателя для марки	
		А	Б
1	2	3	4
1	Внешний вид	Жидкость от зеленовато-желтого до коричневого цвета. Допускается наличие мути и выпадение осадка	
2	Массовая концентрация активного хлора, г/дм ³ , не менее	120	70
3	Массовая концентрация щелочи в пересчете на NaOH, г/дм ³ , не более	40	20

Примечание: допускается потеря активного хлора по истечении 10 суток со дня отгрузки не более 30 % первоначального содержания и изменение окраски до красновато-коричневого цвета.

Таблица 1.42. Отбеливатель жидкий серии "Белизна"

№ п/п	Наименование показателей	Норма	
		Белизна "Классик"	Белизна "Арома"
1	2	3	4
1	Внешний вид	Жидкость желто-зеленого цвета. Допускается выпадение незначительного осадка.	Жидкость желто-зеленого цвета с запахом применяемой отдушки. Допускается выпадение незначительного осадка.
2	Массовая концентрация активного хлора, г/дм ³ , не менее	70	70
3	Массовая концентрация щелочи в пересчете на NaOH, г/дм ³ , не более	15	15
4	Коэффициент светопропускания, %, не менее	70	70
5	Отбеливающая способность	Должна соответствовать образцу-эталону, утвержденному в установленном порядке	

1.5.3. Техничко-экономические характеристики

АО "Каустик" реализует свою продукцию в Казахстане и Российской Федерации. В год АО "Каустик" производит около 24,5 тысяч тонн соды, 9,1 тысяч тонн гипохлорита натрия, 45 тысяч тонн соляной кислоты и 30 тысяч тонн каустической соды при потребности в 90 тысяч тонн по Казахстану. За предшествующий 5-ти летний период на предприятии наблюдаются стабильные показатели объемов производства (таблица 1.43).

Таблица 1.43. Производственные показатели АО "Каустик" за 2014 – 2018 гг

№ п/п	Показатели	Ед. изм.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Хлор жидкий	тонн	19546	22268	22700	22890	20946
2	Сода каустическая жидкая в пересчете на 100 % основного вещества	тонн	22025	25097	26087	29200	25063
3	Сода каустическая чешуирующая 100 %	тонн	7138	7249	9132	8569	7407
4	Кислота соляная (техн. + ингибир)	тонн	39152	38507	43805	54962	49245
5	Гипохлорит натрия технический	тонн	2888	3858	2597	3266	4664
6	Отбеливатель жидкий	тонн	59	60	193	10	0

Производство характеризуется использованием многократного оборота технологических потоков, переработкой промежуточных продуктов в товарную продукцию. Динамика развития АО "Каустик" с указанием перспективы развития до 2024 года представлена в таблице 1.44.

Таблица 1.44. План производства АО "Каустик" на 2020 - 2024 гг

№ п/п	Показатели	Ед. Изм.	2021 г.	2022 г.	2023 г.	2024 г.
1	2	3	4	5	6	7
1	Хлор жидкий	тонн	24964	24964	24964	24964
	Сода каустическая					

2	жидкая в пересчете на 100 % основного вещества	тонн	28547	28547	28547	28547
3	Сода каустическая чешуированная 100 %	тонн	8500	8500	8500	8500
4	Кислота соляная (техн. +ингибир)	тонн	44425	44425	44425	44425
5	Гипохлорит натрия технический	тонн	3550	4500	5400	6250

1.5.4. Основные экологические проблемы

При рассмотрении производств хлор-щелочной промышленности с точки зрения экологии следует отметить ряд экологических проблем, связанных с воздействиями на окружающую среду, среди которых основными являются:

Выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух

Специфичными загрязняющими веществами, которые являются общими для всех видов электролитических процессов, являются выбросы хлора и хладагентов в воздух, источником которых могут быть утечки в процессе производства, обработки и хранения, а также направленные выбросы от абсорбционных установок.

Сбросы загрязняющих веществ со сточными водами

К веществам, выбрасываемым через сточные воды, относятся свободный хлор, хлорат, бромат, хлорид, сульфат, тяжелые металлы, сульфит, органические соединения др., часть из которых является неотъемлемой частью процесса, другие же являются производными от примесей в сырьевых материалах.

Факторы физического воздействия

К факторам физического воздействия можно отнести шум и вибрацию основными источниками физических воздействий от деятельности предприятий является технологическое оборудование. Соблюдении действующих норм и правил позволяет избежать негативного воздействия, обусловленного факторами физического воздействия.

Следует отметить, что уровни эмиссий и потребления ресурсов хлорщелочной промышленности достаточно специфичны для каждого вида используемого технологического процесса, а также зависимы от технических характеристик продукции, качественных характеристик используемого сырья (чистоты поступающей соли). В качестве исходного сырья используются в основном соль и вода, кислоты и

химические осадители, используемые для удаления примесей в исходном рассоле или выходном хлоре/каустической соде, а также хладагенты (аммиак и т. д.) для сжижения и очистки образующегося газа хлора.

Помимо вышеперечисленных факторов воздействия на окружающую среду, к специфике рассматриваемого производства также можно отнести:

образование отработанных кислот при сушке хлора и шламов при очистке рассола;

образование отработанных материалов, таких как асбестовые отходы, в случае асбестовых мембран (метод мембранных ячеек).

1.5.5. Снижение воздействия на окружающую среду

Снижение воздействия на окружающую среду является одной из приоритетных задач при планировании, эксплуатации производственной деятельности. Основными целями обеспечения экологической безопасности и рационального природопользования являются:

снижение техногенной нагрузки и поддержание благоприятного состояния природной среды и среды обитания человека;

недопущение экологического ущерба от хозяйственной деятельности;

сохранение биологического разнообразия в условиях нарастающей антропогенной нагрузки;

рациональное использование, восстановление и охрана природных ресурсов.

На основании этих целей выделяются следующие приоритетные направления деятельности:

управление рисками в области обеспечения экологической безопасности;

экологический мониторинг и производственный экологический контроль;

управление системой предупреждения, локализации аварийных ситуаций и ликвидации их последствий;

ввод в эксплуатацию природоохранных объектов;

развитие программ энергосбережения и повышения энергоэффективности;

развитие программ по утилизации/обезвреживанию отходов производства;

реализация программ модернизации технологических активов;

разработка и внедрение экотехнологий;

обучение и развитие персонала в области экологической безопасности.

Для улучшения показателей в области экологической безопасности рассматриваются:

возможность последовательного перехода от реализации мероприятий по устранению ущерба к оценке потенциальных экологических рисков и внедрению мер по предупреждению негативного воздействия производственной деятельности на окружающую среду;

совершенствование процессов в рамках системы экологического менеджмента.

Одна из основных природоохранных задач предприятия является снижение выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух. С этой целью реализуется ряд мер, направленных на повышение уровня их промышленной безопасности, минимизацию воздействия заводов на окружающую среду, повышение качества выпускаемой продукции и улучшение экологических характеристик выпускаемой продукции.

Рациональное использование водных ресурсов реализуется внедрением мероприятий, направленные на минимизацию объемов водопотребления, снижение экологических рисков в области охраны водных ресурсов, улучшение экологического состояния водных объектов и их прибрежных территорий.

Система управления производственными отходами позволяет оптимизировать потоки движения отходов, снизить экологические последствия и экономические издержки их образования. Предприятие стремится к максимально возможному сокращению отходов для снижения негативного воздействия на окружающую среду (см. пункт 1.4.3).

Охрана земельных ресурсов направлена на рекультивацию нарушенных и загрязненных земельных участков и шламовых амбаров. Программы по рекультивации включают в себя инвентаризацию территорий, оценку уровня загрязнения почв, выбор наиболее эффективных технологий реабилитации, оценку качества выполнения природовосстановительных работ.

1.5.6. Ведение комплексного подхода к защите окружающей среды

Комплексный подход к защите окружающей среды подразумевает под собой систему мер, направленных на выявление источников негативного воздействия производственной деятельности предприятий на компоненты окружающей среды, на снижение/предотвращение оказываемого ими техногенного воздействия путем их контроля, а также внедрения и применения наилучших доступных технологий с сопоставлением экологической и экономической эффективности предпринимаемых мер. Подробно комплексный подход к защите окружающей среды описан в подразделе 1.1.6.

1.6. Производство хромовых соединений

В Казахстане производство хромовых соединений базируется на гидрометаллургической переработке хромовых руд Актюбинской области. Предприятие АО "АЗХС" является одним из трех в СНГ производителей хромовых соединений, действует с 1957 года. Предприятие ориентировано на выпуск бихромата натрия, окиси хрома, хромового ангидрида, сульфата хрома (хромовый дубитель из хромитовых руд (порядка 10 %)), добываемых в Актюбинской области. Вся товарная продукция производится из монохромата натрия и продукта его переработки – бихромата натрия. Монохромат натрия является полупродуктом и производится из хромовой руды и соды кальцинированной.

Хром не встречается в природе в свободном виде и единственным полезным ископаемым является руда, хромит или хромистый железняк, представляющий собой хромит железа (FeOCr_2O_3), и широко распространен на земной поверхности. Кроме хромовой кислоты, эта руда содержит также другие вещества в различных соотношениях. Промышленной ценностью обладают руды или концентраты, содержащие более 40 % оксида хрома (Cr_2O_3). Хромит добывается в шахтах подземного и открытого типа. Руда дробится и при необходимости обогащается.

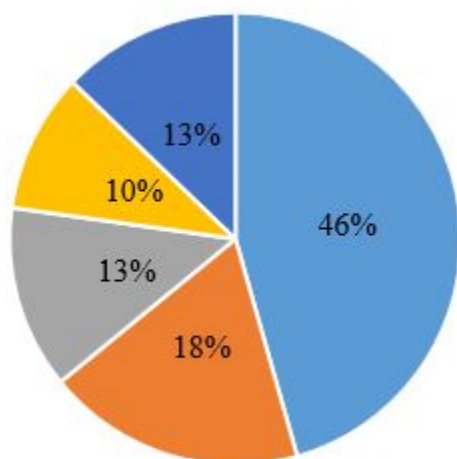


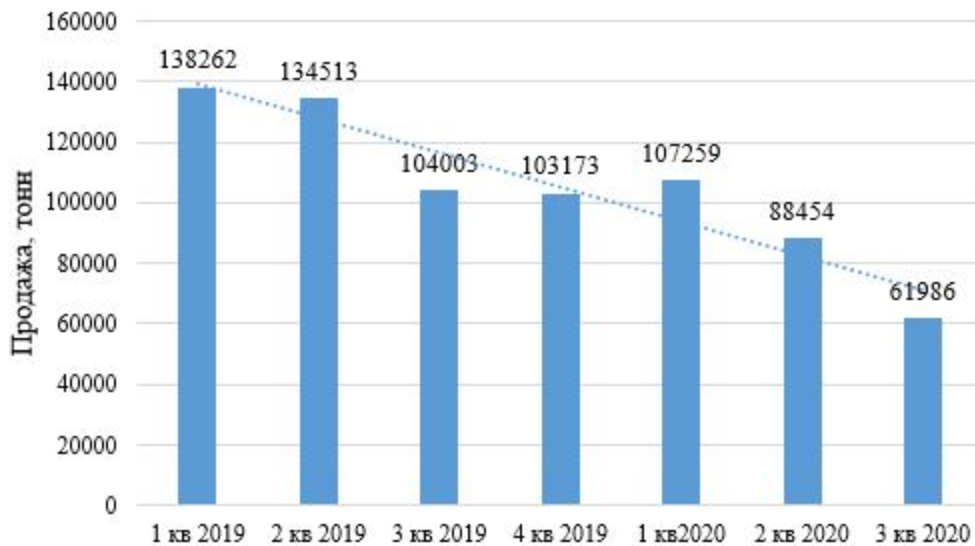
Рисунок 1.12. Доля добычи хромитов по странам, 2018

По данным отчета U.S. Geological Survey, мировые ресурсы товарного хромита составляют более 12 миллиардов тонн. Географически данные ресурсы сильно сконцентрированы. Так, 95 % всех ресурсов приходится на Казахстан и ЮАР. По объемам запасов хромитовой руды наша страна занимает первое место: 230 млн. тонн. Также в тройке лидеров по запасам ЮАР (200 тонн) и Индия (100 тонн) [82].

В 2018 году Казахстан занял третье место по добыче хромита: 4,6 млн. тонн. На первом и втором месте расположились ЮАР и Турция: 16 млн и 6,5 млн. тонн соответственно (Рисунок 1.12).

Мировой рынок хрома в 2020 году показал очень заметное снижение объема продаж и динамика его продаж показан в рисунке 1.13.

Рисунок 1.13. Динамика продаж на мировом рынке хрома в 2020 гг



Доли стран поставщиков на рынке хрома свидетельствуют о снижении продаж (Рисунок 1.14).



Рисунок 1.14. Доли стран мира в продажах (%) на мировом рынке хрома, 2020

Главными странами-потребителями хромитов являются Соединенные Штаты, Российская Федерация, Германия, Япония, Франция и Великобритания. Более 90 % хромовых солей АО "АЗХС" экспортируется в страны ближнего и дальнего зарубежья.

Строительство завода в г. Актобе было начато 30 ноября 1949 года на северо-западной окраине г. Актобе Актюбинской области Республики Казахстан. Пуск 1-й очереди завода был произведен в июле месяце 1957 года (монохроматное и бихроматное производство). В 1963 введено в эксплуатацию отделение по производству хромового ангидрида и цеха сернистого натрия. В последующие годы технология совершенствовалась и осваивалось производство новых видов продукции. Особое внимание уделялось экологическим аспектам производства и обращения с отходами.

1.6.1. Сырьевая база Казахстана

Основной сырьевой базой для производства соединений хрома в АО "АЗХС" являются хромитовая руда Кемпирсайского массива. Близость к месту добычи хромовой руды является важным преимуществом перед другими аналогичными предприятиями.

Хромовая руда – минерал, относящийся к группе шпинелей, где металлы представлены главным образом магнием, железом, хромом, алюминием. Хромовая руда поставляется из Донского ГОКа, кальцинированная сода поставляется из Российской Федерации.

Хромовые руды известны в пределах офиолитовых поясов и зон Казахстана, промышленные месторождения гистеромагматического типа разведаны и разрабатываются в Актюбинской области (Донская группа месторождений). Они связаны с Кемпирсайским ультраосновным массивом, вытянутым в меридиональном направлении на 80 км (ширина 0,6 - 30 км). Здесь выявлено свыше 20 месторождений, объединяющих около 120 хромитовых залежей. Рудные залежи столбообразны, линзовидные, жилородобны; их мощность от 0,5 - 10 до 150 - 200 м, протяженность до 1 и более километров, залегают на глубине от нескольких десятков до 1400 м.

Хромитовая руда Кемпирсайского массива Республики Казахстан представляет собой мелкозернистую породу с массивной текстурой. На мелкозернистом фоне основной массы руды выделяются порфирировидные кристаллы амфибола и лейсты плагиоклаза. Наряду с массивной текстурой в руде часто наблюдаются такситовые текстуры, обусловленные наличием сетчатых и линзовидных обособлений лейкократовых и меланократовых минералов.

Минеральный состав руды сравнительно простой. На 94 % она состоит из трех главных минералов: хромита (среднее содержание 49,5 % мас.), амфибола (20,5 % мас.) и плагиоклаза (24 % мас.). На долю второстепенных минералов - пироксена, хлорита, биотита, микроклина, эпидота, кальцита - приходится всего 6 % мас. На акцессорном уровне (<0,1 %) в руде установлены: ильменит, рутил, апатит, турмалин, халькопирит, пирит.

Хромитовые руды в петрографическом отношении представляют собой дуниты, насыщенные хромшпинелидом. В расслоенной толще дунитов присутствуют слои и линзовидные тела габбро, габбро-норитов, пироксенитов, перидотитов.

Дуниты - массивные мезократовые и меланократовые породы. Чаще всего мелко- и среднезернистые, иногда крупнозернистые, незначительно измененные. Главные минералы - оливин и хромшпинелид. На их долю приходится до 90 - 95 % массы свежих, неизмененных руд. Второстепенные минералы - серпентин, хлорит, тальк, пироксены, амфиболы, плагиоклаз. Их суммарное содержание обычно не превышает 5 %. Среди акцессорных минералов необходимо отметить магнетит, пирротин, халькопирит, пентландит, миллерит, апатит. Их валовое содержание не превышает 0,1 -

0,3 %. По содержанию хромшпинелида установлены все известные типы руд, соответствующие общепринятой классификации. Имеются убоговкрапленные, содержащие менее 30 % хромита, редковкрапленные - 30 - 40 %, средневкрапленные - 50 - 70 %, густовкрапленные - 70 - 90 % и сплошные, содержащие более 90 % хромита.

Хромитовая руда Кемпирсайского массива имеет достаточно высокие значения плотности ($\rho = 3,6 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$) и модуля упругости ($E = 8,3 \cdot 10^4 \text{ МПа}$). Значение предела прочности на сжатие ($s_{сж.} = 92 \text{ МПа}$) позволяет отнести данную руду к легко разрушаемому. Хромит резко выделяется в руде по степени идиоморфизма и практически весь представлен идиоморфными кристаллами, ксеноморфные зерна наблюдаются редко. Распределение зерен хромита в руде в целом равномерное и контактирует со всеми минералами, но при этом более 90 % его поверхности соприкасается с силикатами - амфиболом и плагиоклазом.

Размеры зерен хромита варьируют от 0,01 мм до 2,5 мм и с увеличением содержания Cr_2O_3 в руде четко отмечается повышение среднего размера зерен минерала. В целом наблюдается четкая связь морфологии хромита и валового содержания хрома в руде. При низких содержаниях хрома (5 - 20 % Cr_2O_3) практически весь хромит представлен мелкими (0,01 - 0,20 мм) кристаллами октаэдрического габитуса, а с увеличением его содержания хромит укрупняется, теряет кристаллический облик и выделяется в виде ксеноморфных и изометричных зерен.

На балансе Кемпирсайского массива числится 427 млн. тонн разведанных запасов хрома. При этом более половины всех балансовых запасов и около 70 % добычи приходится на крупнейшие месторождения "Алмаз-Жемчужина" и "Миллионное" [83].

1.6.2. Структура и технологический уровень, виды выпускаемой продукции

Технологический процесс АО "АЗХС" по переработке хромовой руды и получению товарной продукции по общепринятым определениям подпадают под определение "металлургические переделы", представленные в общем виде ниже.

Гидрометаллургия представляет собой процесс извлечения металлов из сырья с использованием химических реакций в водных растворах. Сырьем могут быть руды, рудные или химические концентраты (продукты механического обогащения или химической переработки руд), отходы другого производства или самих гидрометаллургических процессов. Гидрометаллургическим процессам обычно предшествует механический передел, включающий операции дробления, измельчения, классификации, механического обогащения. Гидрометаллургия включает также три следующих основных передела: перевод ценных металлов в раствор, переработку растворов и выделение из очищенных растворов металлов или нерастворимых соединений.

Пирометаллургия – совокупность высокотемпературных процессов получения и рафинирования металлов и их сплавов.

По целевому признаку пирометаллургические процессы можно разделить на подготовительные, концентрирование и очистку от основной массы примесей, получение металлов из их соединений, глубокую очистку металлов. Наиболее распространенная подготовительная операция-обжиг, который проводят при температуре ниже температуры плавления сырья и продукта с целью изменения состава, удаления вредных примесей или(и) укрупнения пылевидных материалов.

Концентрирование металлов достигается переводом их и основной массы пустой породы в разные легкоотделяющиеся одна от другой фазы. Пирометаллургические процессы осуществляют в печах различного типа с использованием разнообразных видов нагрева. Важное направление совершенствования пирометаллургических процессов – снижение их вредного воздействия на окружающую среду, связанное с внедрением безотходных технологий, с сокращением и обезвреживанием отходов и выбросов.

Все производства АО "АЗХС" базируются на переработке необогащенной хромовой руды (казахстанских хромитов), с выпуском различных хромосодержащих соединений, используемых до 60 % в производстве металлического хрома для авиационной промышленности, для создания различных сплавов в тяжелой промышленности, гальванике, производстве огнеупоров, абразивных материалов, катализаторов, в литейной промышленности.

В основе переработки хромовой руды лежат металлургические процессы, включающие в себя следующие стадии:

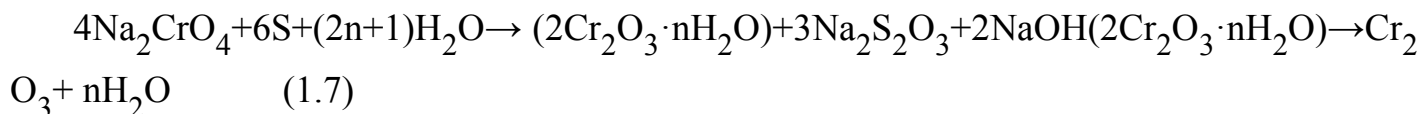
подготовка хромовой руды для превращения ее в состояние, обеспечивающее извлечение из руды хрома;

подготовка шихты, состоящей из хромовой руды, кальцинированной соды и шлама, состоящего из остаточных пород после извлечения хрома. Используется 76 % всего шлама, образующегося при извлечении хрома из руды. Шлам возвращается в производство в качестве наполнителя, сокращая количество отхода, складированного на шламонакопителях. Технология использования шлама вместо традиционно используемого доломита разработана на АО "АЗХС", что позволил в 4 раза сократить отходы при извлечении хрома из хромовой руды;

пирометаллургический процесс. Обжиг шихты проводится при высокой температуре (1200°- 1300 °С) для протекания окислительно-восстановительных реакций с целью получения в спеке растворимого хромосодержащего продукта–монохромата натрия;

гидрометаллургический процесс. Выщелачивание. Технологический процесс АО "АЗХС" проводится в водной среде при температуре до 300 °С на границе раздела твердой и жидкой фазы находится монохромат натрия, в твердой–шлам монохромата натрия, 76 % которого возвращается в производство в качестве наполнителя, 24 % складирован на шламонакопителях.

На основе монохромата натрия на заводе выпускается окись хрома металлургическая.



Конверсией монохромата натрия получают бихромат натрия для получения хромового ангидрида и сульфат натрия, который является отходом производства в этих процессах и не является товарным продуктом – повторяется в получение триоксида хрома.

В настоящее время АО "АЗХС" выпускает следующую продукцию: монохромат натрия (Na_2CrO_4) – полупродукт; натрия бихромат технический ($\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$); оксид хрома технический металлургический (Cr_2O_3); калия бихромат технический ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$); сульфат хрома основной (сухой хромовый дубитель); ангидрид хромовый технический (CrO_3); Оксид хрома пигментный (Cr_2O_3).

Хромовые соединения применяются в текстильной, кожвенной, целлюлозно-бумажной, стеклянной, лакокрасочной химической промышленности, а также в машиностроении, судостроении, авиации и металлургии.

Соединения, содержащие Cr (VI), применяют во многих отраслях экономики:

в производстве важнейших неорганических красителей;

при консервировании древесины, для защиты от коррозии;

при окрашивании стекла;

при производстве глазури;

основные сульфаты хрома в дубильном производстве;

при крашении тканей;

при получении многих важнейших катализаторов, содержащих оксид хрома;

в производстве светочувствительных бихроматсодержащих коллоидов.

Так, например, хромовую кислоту применяют не только при "декоративном" хромировании, но и в "жестком" хромировании, при котором ею пропитываются более глубокие слои материала для придания поверхности максимальной твердости с низким коэффициентом трения.

Благодаря сильному окислительному действию хроматов в кислом растворе их широко применяют в производственных процессах, связанных с органическими веществами.

Оксид хрома применяют при производстве чистого металла хрома, служащего в качестве получения твердых высокотемпературных сплавов и огнеупорного оксида. Он входит в состав многочисленных огнеупорных соединений - например, в магнетит или в магнетит-хроматные смеси.

Характеристики выпускаемой продукции приведены в таблице 1.45.

Таблица 1.45. Физико-химические свойства и ПДК продуктов выпускаемых на АО "АЗХС"

№ п/п	Наименование продукта	Физико-химические свойства	ПДК в рабочем помещении
1	Монохромат натрия	неорганическое соединение, соль металла натрия и хромовой кислоты с формулой Na_2CrO_4 , желтые кристаллы, растворимые в воде, образует кристаллогидраты.	
2	Бихромат натрия	неорганическое соединение формулы $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$. Это одно из многих соединений шестивалентного хрома (Cr VI). Полупродукт в производстве хрома, практически вся хромовая руда перерабатывается в дихромат натрия. Бихромат натрия очень токсичен.	В воздухе рабочей зоны - 0,01 мг/м; в атмосферном воздухе населенных мест - 0,0015 мг/м; в водоемах санитарно-бытового пользования в пересчете на Cr (VI) - 0,1 мг/дм.
3	Бихромат калия	неорганическое соединение, калиевая соль дихромовой кислоты с химической формулой $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, Хорошо растворим в воде . В кислой среде проявляет сильные окислительные свойства, восстанавливаясь до солей хрома (III). Например, он окисляет галогенид-ионы галогенводородных кислот до свободных галогенов: Кристаллический дихромат калия также обладает окислительными свойствами.	в воздухе рабочей зоны. — 0.01 мг/мг; в атмосферном воздухе населенных мест — 0,0015 мг/м ³ ;
		Сульфат хрома(II) образует бесцветные	

4	Сульфат хрома	<p>кристаллы, растворимые в воде, водные растворы устойчивы в отсутствие кислорода. Образует кристаллогидраты состава $\text{CrSO}_4 \cdot n \text{H}_2\text{O}$, где $n = 1, 2, 4, 5$ и 7.</p> <p>При нормальных условиях образуется кристаллогидрат $\text{CrSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ – синие кристаллы триклинной сингонии, параметры ячейки $a = 0,724 \text{ нм}$, $b = 1,094 \text{ нм}$, $c = 0,601 \text{ нм}$, $\alpha = 125,32^\circ$, $\beta = 97,63^\circ$, $\gamma = 94,32^\circ$.</p> <p>Водные растворы поглощают кислород:</p> $12\text{CrSO}_4 + 3\text{O}_2 \rightarrow 4\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + 2\text{Cr}_2\text{O}_3$ <p>В отсутствие окислителя медленно восстанавливает воду, в которой растворен, проявляя свои сильные восстановительные свойства.</p>	<p>в воздухе рабочей зоны максимальная разовая: $0,03/0,01 \text{ мг/м}^3$ Класс опасности : 1</p>
5	Оксид хрома (окись хрома)	<p>Амфотерный оксид. При этом оксид химически довольно инертен. В высокодисперсном состоянии с трудом взаимодействует с кислотами и щелочами. При сплавлении оксида хрома (III) с основными оксидами активных металлов образуются соли-хромиты.</p> <p>Cr_2O_3 (сесквиоксид хрома, хромовая зелень, эсколаит) — очень твердый тугоплавкий порошок зеленого цвета. Температура плавления 2435°C, кипения ок. 4000°C. Плотность $5,21 \text{ г/см}^3$ (из иностранных источников $5,23 \text{ г/см}^3$). Нерастворим в воде. По</p>	<p>класс опасности 3, максимальная разовая</p>

		<p>твердости близок к корунду, поэтому его вводят в состав полирующих средств.</p>	<p>ПДК в воздухе рабочей зоны 1 мг/м³, аллерген</p>
6	Ангидрид хромовой	<p>неорганическое соединение кислорода и хрома, оксид хрома (VI) с формулой CrO₃.</p> <p>Свойства.</p> <p>Кристаллическое вещество в виде пластинок, чешуек или игольчатых кристаллов темно-красного или малиново-красного цвета, возможны отливы фиолетового или черного.</p> <p>Реактив очень гигроскопичен, активно впитывает влагу из воздуха и расплывается, что следует учитывать при его хранении.</p> <p>Водорастворим, не горит. При нагревании свыше + 250 °С превращается в оксид хрома (III)</p> <p>Ангидрид хрома очень токсичен, опасны его пары и пыль в воздухе. Вещество относится к 1-му классу опасности по уровню воздействия на человека.</p>	<p>в воздухе рабочей зоны в пересчете на CrO₃— 0,01 мг/м³</p>
		<p>Пигментная окись хрома по химическому составу представляет собою почти чистую окись хрома (99,0—99.5 % Cr₂O₃). Цвет оливково-зеленый с разными оттенками от желтоватого до синеватого. Удельная поверхность – 6 – 7 м /г, показатель преломления – 2,5. Пигментная окись хрома. По химическому составу этот пигмент представляет собой оксид хрома Cr₂O₃. Цвет –</p>	

7	Хрома, окись пигментное	оливково-зеленый с оттенками от желтоватого до синеватого. Цвет и пигментные свойства зависят от условий получения. Получают пигментную окись хрома термическим (прокалочным) и комбинированным (осадочно-прокалочным) способами. Применяется пигментная окись хрома для изготовления всех видов лакокрасочных материалов, для художественных красок, для окраски пластмасс, изготовления денежных знаков и др.	в воздухе рабочей зоны (максимальная разовая): 0,03/0,01 мг/м ³ Класс опасности : 1
---	-------------------------	---	---

1.6.3. Техничко-экономические характеристики

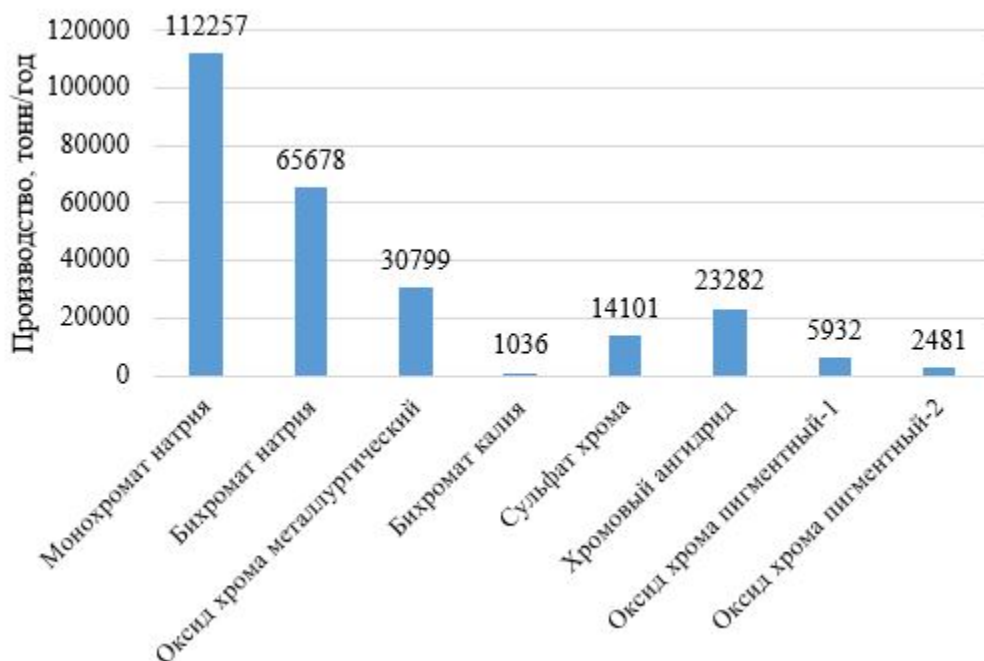


Рисунок 1.15. Объем выпуска продукта / полупродукта на АО "АЗХС", тонн в год

На рисунке 1.15 предоставлены данные по производству неорганических веществ на предприятии АО "АЗХС".

В таблице 1.46 представлены данные по фактическому выпуску продукции за пять лет за 2015 - 2019 гг.

Таблица 1.46. Выпуск продукции АО "АЗХС" в период 2015 - 2019 гг

№					
---	--	--	--	--	--

п/п	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.
1	2	3	4	5	6
1	Монохромат натрия-полупродукт, тонн/год				
	95 032	111 941	111 403	112 257	89 155
2	Бихромат натрия, тонн/год				
	53 290	65 678	60 777	59 658	39 117
3	Оксид хрома металлургический, тонн/год				
	25 215	27 694	30 305	30 799	26 260
4	Бихромат калия, тонн/год				
	956	911	917	1 036	670,5
5	Сульфат хрома, тонн/год				
	12 610	12 716	13 545	14 101	13 135,5
6	Хромовый ангидрид, тонн/год				
	22 278	23 278	23 282	22 723	14 434
7	Оксид хрома пигментный- 1, тонн/год				
	4 938	5 094	5 932	5 304	1 157
8	Оксид хрома пигментного - 2*				
	-	-	-	-	2 531

*Производство оксида хрома пигментного - 2 было запущено в 2019 году.

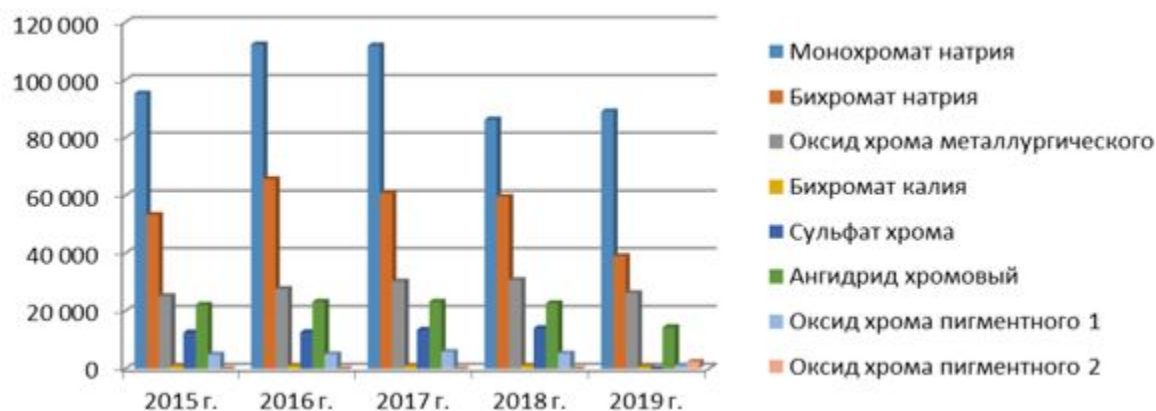


Рисунок 1.16. Объем выпуска продукта / полупродукта, тонн в год

На рисунке 1.16 предоставлены данные по производству неорганических веществ на АО "АЗХС", которое занимается комплексной переработкой необогащенной хромовой руды (казахстанских хромитов). Выпускает монохромат и бихромат натрия, хромовый ангидрид, хромовые дубители и другие вещества. Вся товарная продукция производится из монохромата натрия и продукта его переработки – бихромата натрия. Монохромат натрия является полупродуктом и производится из хромовой руды и соды кальцинированной. Хромовая руда – минерал, относящийся к группе шпинелей, где металлы представлены главным образом магнием, железом, хромом, алюминием.

Несмотря на устаревшее здание завода, построенного в 50 - 60-х годах прошлого века, в последнее десятилетие содержание завода очень изменилось. Выросло качество продукции, что безусловно повлияло на показатели производства предприятия. Однако, наблюдается снижение загрузки мощностей предприятия по производству хромовых солей на 50 %, по причине низкого спроса на мировом рынке [84].

1.6.4. Основные экологические проблемы

При рассмотрении производств хромовых соединений с точки зрения экологии следует отметить ряд экологических проблем, связанных с воздействиями на окружающую среду, среди которых основными являются поступление соединений хрома в окружающую природную среду (загрязнение атмосферного воздуха, подземных вод, почвенного покрова).

Соединения хрома, седиментирующие из воздуха, загрязняют в первую очередь почву и водоемы. Поступления хрома в составе промышленных сточных вод, смывов почв, содержащих хром является важным источником загрязнения водоемов. Открытые водоемы и подземные воды загрязняются и атмосферными осадками, с которыми выпадают растворимые соли хрома. Хром обладает высокой мигрирующей способностью из почвы в растения, подземные и поверхностные воды. Он может поступать в почву вследствие разрушения хромсодержащих руд, отмирания и распада растений и микроорганизмов. В результате естественных природных процессов, таких как эрозия и выщелачивание минералов, хром активируется и физически присутствует в почве, воде и воздухе. Трехвалентный хром, обладающий низкой растворимостью, а также антропогенный металлический хром, хромсодержащие сплавы и нерастворимые продукты, содержащие трехвалентный хром (полухромит, окись хрома) являются в значительной степени инертными и биологически недоступными. При нормальных условиях окружающей среды в водной и земной среде трехвалентный хром может образовывать относительно стабильные комплексные соединения со многими встречающимися в природе органическими частицами, ограничивая, таким образом, его биологическую доступность.

Воздействие шестивалентного хрома на окружающую среду связано с его характеристикой как относительно подвижного иона и сильного окислителя. Анион хрома будет оставаться подвижным только в том случае, если его концентрация будет превышать как абсорбционные, так и восстановительные свойства почвы. В результате окислительно-восстановительных реакций Cr (VI) может быть химически превращен в Cr (III) и наоборот.

Взаимопревращения хрома одновременно контролируются некоторыми факторами, включая присутствие и концентрации видов хрома и окислителей или восстанавливающих агентов, температуру окружающей среды, свет, сорбенты, кислотно-основные реакции, pH, комплексообразующие агенты и реакции осаждения. В присутствии соединений железа, сульфидов и органических веществ Cr (VI) легко

превращается в Cr (III). В биологических системах Cr (VI) легко восстанавливается до Cr (III), а обратной реакции редокс-потенциал не благоприятствует. Соединения Cr (VI), растворимые в воде, обычно присутствуют в виде комплексных анионов – хромата и бихромата.

При слабощелочной реакции воды, а также при pH<4,0 стабильность хрома резко снижается, причем в кислой среде хроматы переходят в более токсичные соединения – бихроматы. В сточных водах, а также водоемах, где могут содержаться органические вещества, концентрация шестивалентного хрома понижается за счет расхода его на окисление органических веществ.

Выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух.

Таблица 1.47. Валовые выбросы маркерных загрязняющих веществ

№ п/п	Наименование загрязняющего вещества	Годовая масса загрязняющего вещества, тонн / год	
		Макс.	Мин.
1	2	3	4
1	Пыль неорганическая с содержанием кремния менее 20 %	353,744	286,17
2	Серы диоксид	26,08	11,413
3	Хром шестивалентный	4,262	3,544
4	Хром трехвалентный	62,575	41,689

Разница между минимальными и максимальными значениями валовых выбросов связана с цикличностью производства монохромата натрия.

Как видно из указанной таблицы выбросов загрязняющих веществ основной % выбросов составляет пыль. Содержание диоксида серы в выбросах возникает ввиду использования серы в качестве технологического сырья.

Удельные выбросы маркерных загрязняющих веществ приведены в таблице 1.48.

Таблица 1.48. Удельные выбросы маркерных загрязняющих веществ

№ п/п	Наименование загрязняющего вещества	Удельные выбросы маркерных веществ, кг/тонн продукции							
		Пр-во монохромата натрия	Пр-во бихромата натрия	Пр-во оксида хрома металлургического	Пр-во бихромата калия	Пр-во сульфата хрома	Пр-во ангидрида хромового	Пр-во оксида хрома пигментного 1	Пр-во оксида хрома пигментного 2*
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Пыль неорганическая, содержащая двуокись кремния в % : менее 20	2,1838	-	2,7945	1,4348	1,2861	-	4,9846	3,48

2	Серы диоксид	-	-	-	-	1,8304	-	-	-
3	Хром (Cr6+)	0,0211	0,0109	0,0192	0,1125		0,079	0,0139	0,0034
4	Хром трехвалентный	0,1316	-	0,9869	-	-	-	4,3573	1,4865

*Производство оксида хрома пигментного 2 было запущено в 2019 году.

Концентрация маркерных загрязняющих веществ, мг/Нм³ представлена на рисунке 1.17.

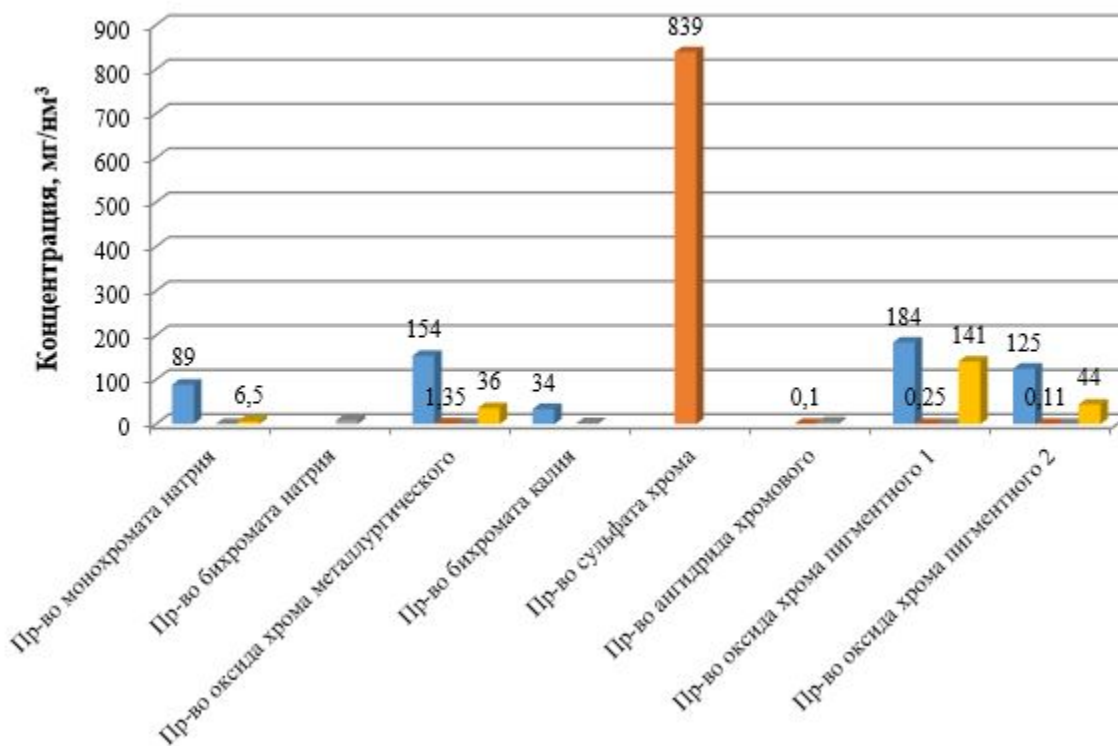


Рисунок 1.17. Концентрация маркерных загрязняющих веществ, мг/Нм³

Сброс сточных вод в водные объекты не происходит. Используется обратная система водоснабжения. Технологические схемы производства соединений хрома в регламентном режиме работы не образует жидких отходов, требующих специальных решений по обезвреживанию или нейтрализации. Жидкие сбросы, образующиеся от основного и очищенные сточные воды от вспомогательных производств используются повторно в производственном процессе.

Основными источниками шума и вибрации на производстве являются вентиляционные установки, электродвигатели, компрессоры.

В соответствии с Приказом Министра здравоохранения Республики Казахстан от 16 февраля 2022 года № ҚР ДСМ- 15 "Об утверждении Гигиенических нормативов к физическим факторам, оказывающим воздействие на человека" максимально

допустимый уровень звука на рабочих местах производственных и вспомогательных зданиях составляет 95дБА. Фактический уровень шума находится в пределах от 75 до 80 дБА.

1.6.5. Снижение воздействия на окружающую среду

Снижение воздействия на окружающую среду является одной из приоритетных задач при планировании, эксплуатации производственной деятельности. Основными целями обеспечения экологической безопасности и рационального природопользования являются:

- снижение техногенной нагрузки и поддержание благоприятного состояния природной среды и среды обитания человека;

- недопущение экологического ущерба от хозяйственной деятельности;

- сохранение биологического разнообразия в условиях нарастающей антропогенной нагрузки;

- рациональное использование, восстановление и охрана природных ресурсов.

На основании этих целей выделяются следующие приоритетные направления деятельности:

- управление рисками в области обеспечения экологической безопасности;

- экологический мониторинг и производственный экологический контроль;

- управление системой предупреждения, локализации аварийных ситуаций и ликвидации их последствий;

- ввод в эксплуатацию природоохранных объектов;

- развитие программ энергосбережения и повышения энергоэффективности;

- развитие программ по утилизации/обезвреживанию отходов производства;

- реализация программ модернизации технологических активов;

- разработка и внедрение экотехнологий;

- обучение и развитие персонала в области экологической безопасности.

Для улучшения показателей в области экологической безопасности рассматриваются:

- возможность последовательного перехода от реализации мероприятий по устранению ущерба к оценке потенциальных экологических рисков и внедрению мер по предупреждению негативного воздействия производственной деятельности на окружающую среду;

- совершенствование процессов в рамках системы экологического менеджмента.

Охрана атмосферного воздуха

Одна из основных природоохранных задач предприятия является снижение выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух. С этой целью реализуется ряд мер, направленных на повышение уровня промышленной безопасности, минимизацию воздействия заводов на окружающую среду, повышение качества выпускаемой продукции и улучшение экологических характеристик выпускаемой продукции.

Необходимо отметить, что значительную долю в формирование выбросов всех производств вносят выбросы от сопутствующих процессов, таких как сжигание природного газа (оксиды азота, серы, углерода) и обращение с сыпучими веществами (пыль), в этой связи усовершенствование процессов производства соединений хрома с точки зрения снижения воздействия на окружающую среду должно вестись в направлении внедрения новых и эффективных процессов сжигания топлив, а также герметизации оборудования и модернизации систем пылеочистки.

Использование водных ресурсов

Рациональное использование водных ресурсов реализуется внедрением мероприятий, направленные на минимизацию объемов водопотребления, снижение экологических рисков в области охраны водных ресурсов, улучшение экологического состояния водных объектов и их прибрежных территорий.

Обращение с отходами

Система управления производственными отходами позволяет оптимизировать потоки движения отходов, снизить экологические последствия и экономические издержки их образования. Предприятие стремится к максимально возможному сокращению отходов для снижения негативного воздействия на окружающую среду.

1.6.6. Ведение комплексного подхода к защите окружающей среды

Комплексный подход к защите окружающей среды подразумевает под собой систему мер, направленных на выявление источников негативного воздействия производственной деятельности предприятий на компоненты окружающей среды, на снижение/предотвращение оказываемого ими техногенного воздействия путем их контроля, а также внедрения и применения наилучших доступных технологий с сопоставлением экологической и экономической эффективности предпринимаемых мер. Подробно комплексный подход к защите окружающей среды описан в подразделе 1.1.6.

2. Методология определения наилучших доступных техник

Процедура определения наилучших доступных техник для области применения настоящего Справочника по НДТ организована НАО "Международный центр зеленых технологий и инвестиционных проектов" в лице Бюро НДТ (далее – Центр) и технической рабочей группой по вопросам разработки справочника по НДТ "Производство неорганических химических веществ" в соответствии с положениями Постановления Правительства Республики Казахстан от 28 октября 2021 года № 775 "Об утверждении Правил разработки, применения, мониторинга и пересмотра справочников по наилучшим доступным техникам".

В рамках данной процедуры, учтена международная практика и подходы к определению НДТ, в том числе основанные на руководстве по определению НДТ и

установлению уровней экологической эффективности для выполнения условий получения экологических разрешений на основе НДТ.

2.1. Детерминация, принципы подбора

Детерминация техник в качестве наилучших доступных техник основывается на принципах и критериях в соответствии с требованиями Экологического кодекса.

Методология определения техники в качестве наилучшей доступной основывается на подборе и сравнении альтернативных техник, принятых в качестве техник-кандидатов в наилучшие доступные, обеспечивающих исполнения целей предприятия и государственных уполномоченных органов в области охраны окружающей среды. Определение техник-кандидатов основывается на результатах комплексного технологического аудита и анализе международного опыта, с учетом необходимости обоснованной адаптации к климатическим, экономическим, экологическим условиям и топливной базе Республики Казахстан, обуславливающим техническую и экономическую доступность наилучших доступных техник в области применения.

Принципы подбора наилучших доступных техник основываются на соблюдении последовательности действий технических рабочих групп и заинтересованных сторон по учету и анализу критериев определения техник в качестве наилучших доступных:

определение ключевых экологических проблем для отрасли с учетом маркерных загрязняющих веществ эмиссий;

определение и инвентаризация техник-кандидатов, направленных на решение экологических проблем отрасли;

оценка, анализ и сравнение техник-кандидатов в соответствии с критериями, приведенными в п.2.2 настоящего справочника по НДТ и на основании установления условий, при которых были достигнуты уровни экологической эффективности с выявлением перечня техник, удовлетворяющим критериям наилучших доступных техник;

определение уровней наилучшей экологической результативности, обеспечиваемой наилучшей доступной техникой (включая уровни эмиссий, связанные с НДТ).

При определении и инвентаризация техник-кандидатов, направленных на решение экологических проблем отрасли оставляется перечень техник-кандидатов из имеющихся в Республики Казахстан и в мировом сообществе. Далее список ранжируется по возможности применения на существующей и/ или на новой установке в условиях Республики Казахстан и указываются аргументированные доводы о возможности или невозможности их применения.

При оценке, анализе и сравнении техник-кандидатов в наилучшие доступные соблюдается следующая последовательность действий:

для установленных техник проводится оценка уровня воздействия на различные компоненты окружающей среды и уровней потребления различных ресурсов и материалов;

оценка, при наличии необходимой информации, затрат на внедрение техник и содержание оборудования, возможные льготы и преимущества после внедрения техник, период внедрения;

по результатам оценки из установленных техник основного технологического процесса выбираются техники:

обеспечивающие предотвращение или снижение воздействия на компоненты окружающей среды;

внедрение которых не приведет к существенному увеличению объемов выбросов других загрязняющих веществ, сбросов загрязненных сточных вод, образования отходов обезвреживания, потребления ресурсов, иных видов негативного воздействия на окружающую среду и увеличению риска для здоровья населения выше приемлемого или допустимого уровня;

внедрение которых не приведет к чрезмерным материально-финансовым затратам (с учетом возможных льгот и преимуществ при внедрении);

имеющие приемлемые сроки внедрения.

2.2. Критерии отнесения техник к наилучшей доступной технике

В соответствии с п. 3 ст. 113 Экологического кодекса критериями определения наилучших доступных техник являются:

- 1) использование малоотходной технологии;
- 2) использование менее опасных веществ;
- 3) способствование восстановлению и рециклингу веществ, образующихся и используемых в технологическом процессе, а также отходов, насколько это применимо ;
- 4) сопоставимость процессов, устройств и операционных методов, успешно испытанных на промышленном уровне;
- 5) технологические прорывы и изменения в научных знаниях;
- 6) природа, влияние и объемы соответствующих эмиссий в окружающую среду;
- 7) даты ввода в эксплуатацию для новых и действующих объектов;
- 8) продолжительность сроков, необходимых для внедрения наилучшей доступной техники;
- 9) уровень потребления и свойства сырья и ресурсов (включая воду), используемых в процессах, и энергоэффективность;
- 10) необходимость предотвращения или сокращения до минимума общего уровня негативного воздействия эмиссий на окружающую среду и рисков для окружающей среды;

11) необходимость предотвращения аварий и сведения до минимума негативных последствий для окружающей среды;

12) информация, опубликованная международными организациями;

13) промышленное внедрение на двух и более объектах в Республике Казахстан или за ее пределами.

Обеспечением соблюдения принципов Экологического кодекса при определении техники в качестве НДТ является условие сочетания указанных критериев, выражаемое в соблюдении следующих условий для каждой техники, которая является кандидатом наилучшей доступной:

1) наименьший уровень негативного воздействия на окружающую среду;

2) экономическая эффективность ее внедрения и эксплуатации;

3) применение ресурсо- и энергосберегающих методов;

4) период внедрения техники;

5) промышленное внедрение техники на двух и более объектах, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду.

Наименьший уровень негативного воздействия на окружающую среду

При установлении условия обеспечения техникой-кандидатом наименьшего уровня негативного воздействия на окружающую среду рассматривается два показателя:

опасность используемых и (или) образующихся в технологических процессах веществ для атмосферы, почвы, водных систем, человека, других живых организмов и экосистем в целом;

характер негативного воздействия и значения эмиссий вредных веществ в составе выбросов и сбросов.

При определении опасности используемых и (или) образующихся в технологических процессах веществ проводится инвентаризация эмиссий вредных веществ в составе выбросов и сбросов, их объемы (масса), а также объемов и уровней опасности отходов. При оценке опасности используемых и (или) образующихся в ходе технологических процессов вредных веществ устанавливаются маркерные загрязняющие вещества, выделяющиеся в атмосферу, поступающие в водные объекты, в промежуточные продукты и твердые отходы.

Выбор маркерных веществ основывается на установлении следующих характеристик:

вещество характерно для рассматриваемого технологического процесса;

вещество присутствует в эмиссиях постоянно и в значимых концентрациях;

вещество оказывает значительное воздействие на окружающую среду;

метод определения вещества является доступным, воспроизводимым и соответствует требованиям обеспечения единства измерений;

количественным критерием для определения маркерных веществ является их наибольший совокупный вклад в общем объеме выбросов загрязняющих веществ.

Экономическая эффективность внедрения и эксплуатации техники

При установлении условия обеспечения экономической эффективности проводится оценка затрат на внедрение и эксплуатацию техники и оценка выгоды от ее внедрения путем применения метода анализа затрат и выгод. Если внедрение различных техник дает положительные результаты, то техникой с самой высокой результативностью считается та, которая дает наилучшее соотношение "цена/качество" и соответственно демонстрирует наилучшие экономические показатели среди рассматриваемых техник. Данный метод анализа требует более широкий охват данных, где данные по выгодам/затратам сложно представить в денежной форме.

Проведение анализа инкрементального денежного потока, возникающего в результате разницы денежных потоков "до" и "после" внедрения техники позволяет провести экономический анализ, который наиболее знаком для большинства предприятий.

Альтернативой методу анализа затрат и выгод служит анализ эффективности затрат, используемый для определения наиболее предпочтительных для достижения определенной экологической цели при самой низкой стоимости мероприятий. Ранжирование техник-кандидатов НДТ по мере возрастания их экономической эффективности позволяет исключить варианты, которые необоснованно и неоправданно дороги по сравнению с полученной экологической выгодой.

Экономическая эффективность техники определяется согласно формуле:

Экономическая эффективность = Годовые затраты, тенге/Сокращение эмиссий, тонн/год.

Методология расчета затрат устанавливает алгоритм, позволяющий собрать и проанализировать данные о капитальных затратах и эксплуатационных издержках для сооружения, установки, технологии или процесса с учетом экономической эффективности внедрения и эксплуатации.

Основные этапы оценки приведены на рисунке 2.1.

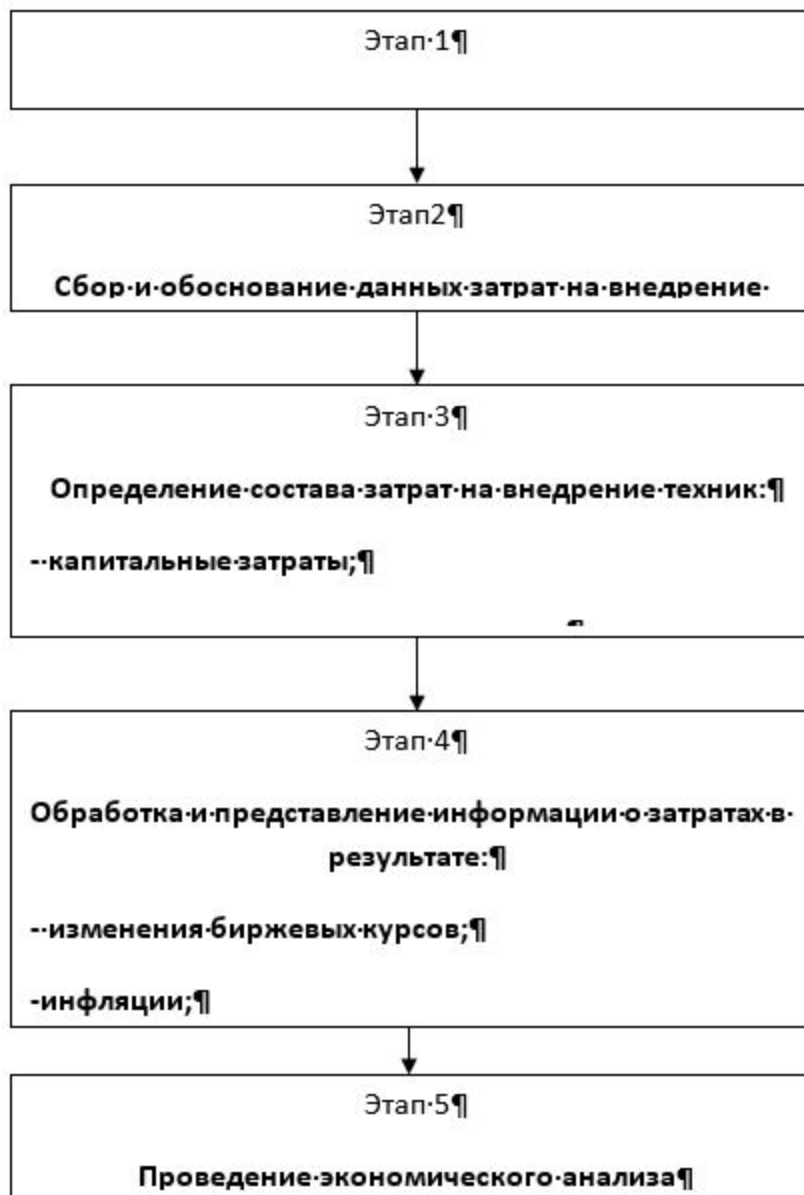


Рисунок 2.1. Этапы оценки экономической эффективности внедрения и эксплуатации техники

В ходе проведения экономического анализа внедрения НДТ рассматривается:

а) опыт предыдущего успешного использования в промышленном масштабе сопоставимых техник;

б) информацию об известных авариях, связанных с внедрением и эксплуатацией данной техники на производстве;

в) географические факторы климата внедрения техник (расположение относительно источников энергии, ее доступность, логистические цепочки), а также технологические ограничения, связанные с региональными физико-географическими и геологическими условиями и наличием особо охраняемых природных территорий, памятников культуры и объектов рекреации.

Для проведения оценки техники-кандидата определяется структура затрат с выделением капитальных затрат (на строительство сооружений, приобретение и монтаж оборудования) и эксплуатационных. В эксплуатационных затратах выделяются затраты на техническое обслуживание и ремонт, энергоносители, материалы и услуги, затраты на оплату труда.

По итогам сбора информации о затратах проводится ее обработка для обеспечения дальнейшего объективного сравнения рассматриваемых альтернативных вариантов.

Период внедрения техники

Для оценки времени внедрения техники используется период окупаемости определенной техники в сравнении с затратами, относящимися к обеспечению охраны окружающей среды. Проводится оценка скорости внедрения техники. При этом рекомендуется отдельно рассматривать скорости внедрения техник следующих временных масштабов:

- краткосрочный (от нескольких недель до месяцев);
- среднесрочный (от нескольких месяцев до года);
- долгосрочный (обычно составляет несколько лет).

Выбор времени модернизации основывается на плановой замене существующего оборудования. Оценивая скорость (период) внедрения НДТ, рекомендуется также проанализировать предельные затраты на модернизацию. Для НДТ, которые требуют существенных инвестиционных капитальных затрат или значительных модификаций производственных процессов и инфраструктуры, представляется необходимым предусматривать более длительные периоды их внедрения.

Применение ресурсо- и энергосберегающих методов

При анализе применения ресурсо- и энергосберегающих методов учитываются требования и положения существующих нормативно-правовых документов в области энерго- и ресурсосбережения. Целью анализа является установление техник, которые характеризуются (среди рассматриваемых) лучшими показателями энерго- и ресурсосбережения.

Проводится сравнительный анализ техник по потреблению основных ресурсов, принимая во внимание:

а) потребление энергии:

общий уровень энергопотребления и для различных (основных, вспомогательных и обслуживающих) технологических процессах (с оценкой основных возможностей его снижения);

вид и уровень использования топлива;

б) потребление воды:

технологические процессы, в которых используется вода;

общий объем потребления и для технологических процессов (с оценкой возможностей его снижения или повторного использования);

назначение воды (промывная жидкость, хладагент и т. д.);

наличие систем повторного использования воды;

в) объем потребления сырья и вспомогательных материалов (реагентов и т. п.) с оценкой возможностей их повторного использования.

После сравнительного анализа определяется возможность регенерации и рециклинга веществ и рекуперации энергии, использующихся в технологическом процессе.

В качестве основных показателей энергоэффективности и ресурсосбережения, применяемых для сравнительной оценки рассматриваемых техник, используются (при регламентированных условиях эксплуатации оборудования) показатели - удельные расходы электроэнергии, тепла, топлива, воды, различных материалов, т. е. фактические затраты того или иного ресурса (электроэнергии, тепла, воды, реагента и т. д.) на единицу продукции или оказываемой услуги, выражаемые, например, для электроэнергии в кВт·ч на 1 объема продукции или оказываемой услуги, для тепловой энергии - в Гкал/объем продукции или оказываемой услуги, для воды - в м³/объем продукции или оказываемой услуги и т. д.

Ресурсосбережение (т. е. сбережение энергии и материалов) оценивается также с точки зрения возможности реализации соответствующих правовых, организационных, научных, производственных, технических и экономических мер, направленных на эффективное (рациональное) использование и экономное расходование топливноэнергетических и других материальных ресурсов. Потенциал ресурсосбережения реализуется через конкретные энерго- и ресурсосберегающие мероприятия, которые можно разделить на организационно-технические, предполагающие повышение культуры производства, соблюдение номинальных режимов эксплуатации оборудования, обеспечение оптимального уровня загрузки агрегатов, ликвидацию прямых потерь топливно-энергетических ресурсов, своевременное выполнение наладочных и ремонтно-восстановительных работ, использование вторичных энергоресурсов (включая утилизацию низкопотенциального тепла вентиляционных выбросов, процессы регенерации и рекуперации энергии), оснащение приборами учета используемых энергетических и других ресурсов, и инвестиционные, связанные с своевременным замещением морально устаревших производственных мощностей (производственных узлов), внедрением современного энергоэффективного и энергосберегающего оборудования, модернизацией и автоматизацией существующих технологических процессов.

Любое возможное преобразование технологического процесса и(или) используемого оборудования, влекущее за собой уменьшение удельного расхода энерго- и других ресурсов на единицу объема продукции или оказываемой услуги, особенно при снижении (или при существующем уровне выбросов и сбросов вредных

веществ) оценивается как повышение его энергоэффективности и ресурсосбережения (с учетом экономической эффективности и технологической надежности данного преобразования).

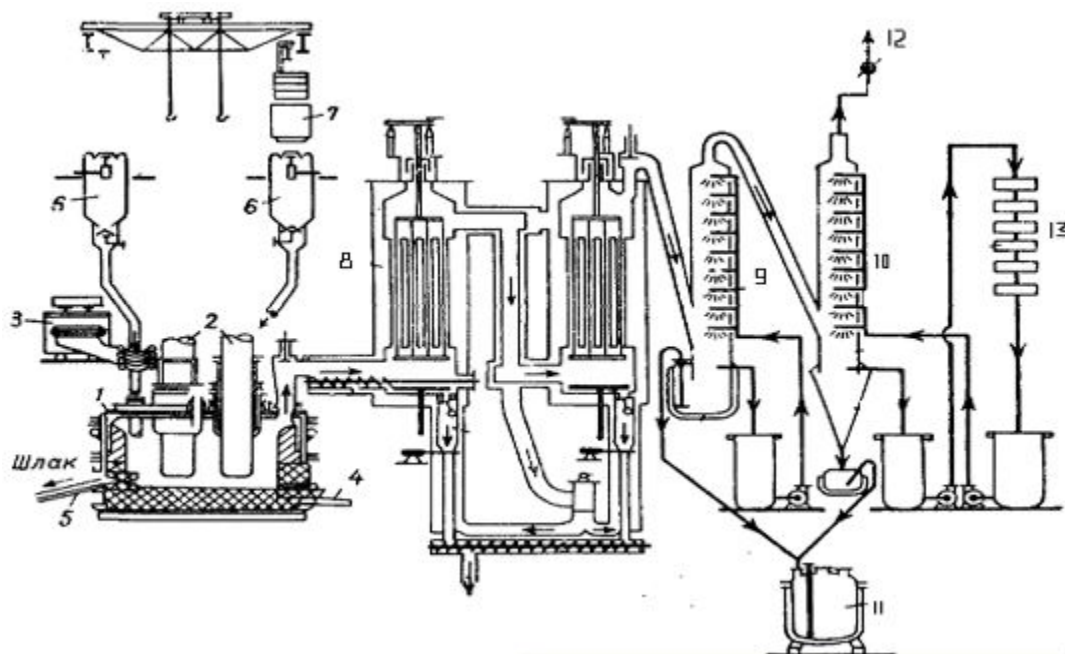
3. Применяемые процессы: технологические, технические решения, используемые в настоящее время

Настоящий раздел Справочника по НДТ содержит описание основных технологических процессов. В последующих разделах более подробно описываются технические особенности производств, рассматриваемых в рамках Справочника по НДТ.

3.1. Производство фосфора и фосфорсодержащей продукции

3.1.1. Производство желтого фосфора

На современных заводах исходное сырье – фосфорит (фракция 10 - 50 мм), кокс (25 - 40 мм), кварцит (10 - 50 мм), поступает на склад, где оно хранится в штабелях. Затем кварцит и кокс подсушивают, дробят и рассеивают с целью удаления мелочи и выделения фракции требуемого гранулометрического состава. Фосфорит подвергается грохочению и фракция более 10 мм направляется на термическую подготовку, где прокаливается при 1470 К в шахтно-шелевых печах для удаления воды и карбонатов, а мелочь подвергается окускованию. Подготовленные фосфорит, кокс в определенном соотношении в виде шихты направляется в печные бункера (7) (Рисунок 3.1).



1 - печь; 2 - электроды; 3 - трансформатор; 4 - летка феррофосфорная; 5 - летка шлаковая; 6 - печные бункеры; 7 - загрузочный бункер; 8 - электрофильтр;

9 - горячая конденсация; 10 - холодная конденсация; 11 - складская емкость; 12 - газ на "свечу"; 13 - холодильник.

Рисунок 3.1. Принципиальная технологическая схема получения желтого фосфора

В печь (1) шихта поступает по мере ее расходования. Из печи выводится: печной газ, содержащий газообразный фосфор, шлаки, состоящие из алюмосиликатов кальция и магния и феррофосфор. Печные газы очищают от пыли в электрофильтрах (8), конденсируют – две ступени конденсации, горячая (9) и холодная (10), и получают практически в чистом виде (99,7 %). Печной газ после извлечения фосфора сжигается "на свече".

Таким образом, метод электротермии позволяет из бедного фосфатного сырья, содержащего 7 - 10 % фосфора, получать высококонцентрированный полупродукт, который можно перерабатывать на месте или поставлять другим предприятиям, специализирующимся на производстве разных видов фосфорной продукции.

Агломерационный обжиг фосфоритной мелочи

На ТОО "НДФЗ" впервые в мировой практике внедрена технология получения желтого фосфора из агломерированной мелочи фосфорита, на руднотермических печах РКЗ- 80Ф. Использование мелочи фосфатного сырья, ранее вывозимой в отвал, связано с разработкой эффективной технологии окускования фосфатной мелочи методом агломерации на агломерационных машинах типа АКМ- 312М с площадью спекания 312 квадратных метров.

Процесс получения фосфоритного агломерата состоит из следующих стадий:

Составление агломерационной шихты:

- 1) составление агломерационной шихты;
- 2) первичное смешивание шихты;
- 3) корректировка и окомкование шихты;
- 4) подача котрельного молока на окомкование шихты;
- 5) спекание шихты с получением агломерата-пирога;
- 6) дробление горячего агломерата;
- 7) охлаждение дробленного агломерата;
- 8) додраблывание охлажденного агломерата;

9) сортировка готового агломерата с выделением холодного возврата, "постели", годного агломерата.

Вспомогательными операциями является возвращение в процесс пыли, уловленной в батарейных циклонах и электрофильтрах.

В соответствии с технологическими стадиями процесса в состав комплекса агломерации входят следующие объекты:

- 1) шихтовальное отделение;
- 2) отделение первичного смешивания;

- 3) отделение агломерации, включающее в себя участки: корректировки и окомкования шихты, спекания, дробления горячего агломерата, охлаждения агломерата, додрабливания охлажденного агломерата;
- 4) отделение грохочения агломерата;
- 5) отделение пылегазоулавливающих установок;
- 6) отделение гидрообеспыливания.

В цехе производства агломерата составляется шихта из сырьевых материалов и производится спекание сырья на агломерационных машинах АКМ- 7 - 312 с последующим дроблением, охлаждением и сортировкой полученного агломерата. Готовый агломерат подается в цех производства желтого фосфора (Рисунок 3.2).



Рисунок 3.2. Процесс спекания агломерата из фосфоритной мелочи

На фосфорных предприятиях, спроектированных для переработки кусковых фосфоритов, предусмотрена утилизация лишь небольшого количества фосфоритовой мелочи. При этом мелкие фракции, образующиеся при добыче фосфатного сырья из недр, транспортировке и отсеянные при производстве кусковой руды, непригодны для получения фосфора и складировются в отвалы.

По данным [17], выход фракции фосфоритной мелочи на рудниках составляет 35 - 44 %. В связи с этим вовлечение в электротермию фосфора мелких фракций фосфатного сырья, добываемого на рудниках Каратау, с целью более полного и рационального использования его ресурсов, представляет важную народнохозяйственную задачу. Решение этой задачи связано с усовершенствованием существующих способов термоподготовки сырья и разработкой новых способов получения фосфора.

Производство фосфора в ТОО "НДФЗ" отличается от других заводов работает на агломерате, полученном при спекании фосфоритной мелочи с использованием в качестве агломерационного топлива дорогостоящего кокса.

Мелкие фракции фосфатного сырья, отсеянные на рудниках в процессе производства товарной кусковой руды и выделенные при контрольном грохочении ее на заводах, а также мелкие и пылевидные фосфорсодержащие отходы непригодны для

непосредственного использования в фосфорных печах из-за малых размеров частиц. Для обеспечения необходимой газопроницаемости столба шихты и снижения вероятности спекания ее в фосфорной печи они должны быть предварительно превращены в кусковой материал с размером зерен не менее 5 - 10 мм. Окускованный продукт должен иметь достаточную механическую прочность, не образовывать мелочи при транспортировке к фосфорным цехам, при загрузке в печи в ходе самой плавки, а также обладать хорошей восстановимостью. В нем не должно содержаться вредных примесей: влаги, карбонатов, смолистых веществ и др.

Для агломерации в целях повышения механической прочности необходим кокс или коксовая мелочь. В качестве заменителя кокса, можно добавить отходы, такие как нефтешлам, котельная пыль, сланцы фосфатокремнистые, нефтекокс из нефтяных отходов, нефтебитуминозные породы.

В качестве связующего используется котельная пыль, фосфатокремнистые сланцы. Фосфатокремнистые сланцы, благодаря низкой температуре плавления по сравнению с фосфатным сырьем, снижают температуру спекания.

Разработаны технологические решения по получению высококачественного пеллетизированного фосфатного сырья, содержащего коксовую мелочь и фосфатно-кремнистые сланцы, за счет переноса источника тепловой энергии непосредственно внутрь гранул.

Использование процесса окомкования с последующим обжигом окатышей наиболее целесообразно для тонкодисперсных рудных материалов, для которых другие способы окомкования менее эффективны. Применение этого метода для окускования фосфоритовой мелочи Каратау, имеющей крупность частиц 10 - 0 мм, потребовало бы включение в технологическую схему дополнительной дорогостоящей подготовительной операции – тонкого измельчения, что связано со значительным удорожанием окускованного продукта. Исходя из этого, для окускования фосфоритовой мелочи с целью вовлечения ее в производство фосфора на ТОО "НДФЗ" принят вариант агломерации.

Из всех известных способов окускования наиболее целесообразным для фосфоритовой мелочи Каратау признан вариант агломерации ее путем спекания на колосниковой решетке.

Требованиям к агломерационному топливу наилучшим образом отвечает коксовая мелочь. Однако в связи с ее дефицитностью, как в нашей стране, так и за рубежом ведутся широкие исследования по изысканию других видов топлива, пригодных для процесса агломерации руд и концентратов. Не менее остро этот вопрос встает и при производстве фосфоритового агломерата.

Агломерационное топливо должно обладать определенной реакционной способностью, соответствующей условиям теплопередачи. При слишком низкой реакционной способности горение протекает медленно, и топливо сгорает не

полностью. При чрезмерно большой реакционной способности скорость горения оказывается выше скорости теплопередачи. В качестве заменителей кокса испытываются антрацит, каменные угли, нефтяной кокс, полукокс из бурых углей, торфяной кокс и другие виды топлива. Наиболее изучен вопрос замены части коксовой мелочи антрацитом. Пониженная в сравнении с коксом реакционная способность антрацита приводит к снижению вертикальной скорости спекания и производительности агломерационных машин, особенно при агломерации тонкоизмельченных концентратов. По данным максимальная доля антрацита в смеси с коксиком при агломерации концентрата не должна превышать 25 - 30 %, а содержание золы в нем должно быть не выше 15 %.

Таким образом, существуют две группы требований к сырью:

1. требования к сырью, поступающему на стадию подготовки, которые должны быть обеспечены в процессе добычи и подготовки исходных материалов на руднике;

2. требования к сырью, поступающему в печь, которые должны быть обеспечены надежной работой цехов подготовки сырья.

Требования к сырью, поступающему на стадию подготовки:

обеспечивать содержание целевого продукта;

обеспечивать заданный гранулометрический состав;

обеспечивать заданную степень химической и минералогической однородности;

обеспечивать заданное содержание вредных и полезных примесей.

Требования к сырью, поступающему в печь, кроме указанных выше:

ограничение содержания H_2O и карбонатов технологически допустимыми нормами;

ограничение содержания мелких и крупных классов;

необходимая прочность кусков, обеспечивающая сохранность грануляционного состава в процессе транспортировки, бункеровки и плавления.

Спекание приготовленной шихты является основной стадией производства агломерата.

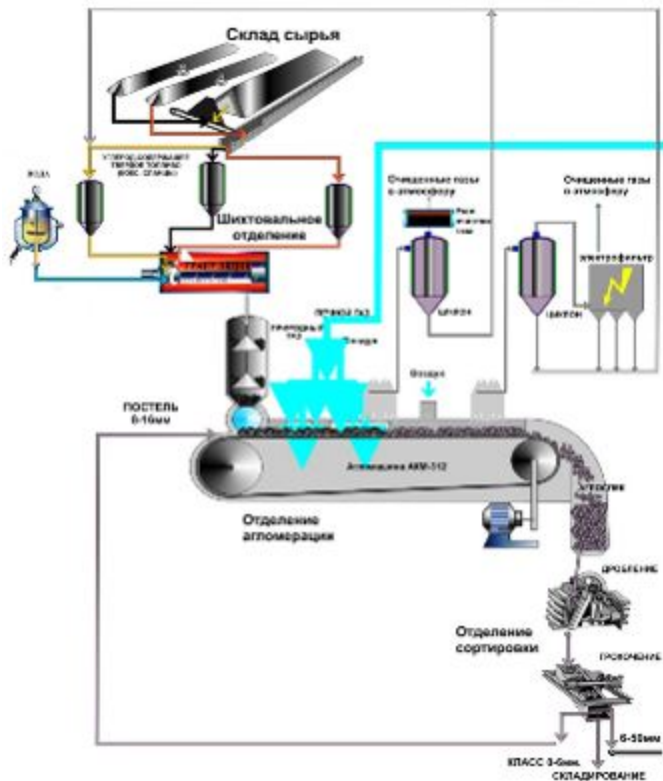


Рисунок 3.3. Технологическая схема агломерации фосфоритной мелочи

Спекание шихты осуществляется на движущейся колосниковой решетке агломашины с просасыванием воздуха через слой шихты. Высокая температура процесса (до 1623 К) достигается за счет сгорания твердого топлива (мелочи кокса, антрацита, графита и другие углесодержащие сырье), входящего в состав аглошихты (Рисунок 3.3).

Зажигание мелочи кокса (кокса, антрацита, графита и другие углесодержащие сырье) на поверхности слоя происходит в горне, снабженном трехходовыми горелками, работающими на природном (CH_4) и печном газе (CO). По мере движения спекаемой шихты к разгрузочной части агломашины, начавшееся с поверхности слоя шихты горение последовательно проходит через всю толщу материала и заканчивается у колосниковой решетки. Воспламенение твердого топлива в слое происходит при температуре $T = 973 \text{ K}$. Твердое топливо шихты практически целиком сгорает, а рудная мелочь оплавляется и спекается, образуя пористый "пирог", который после дробления дает окускованный продукт – агломерат.

Просасывание воздуха, необходимого для окисления углерода твердого топлива, осуществляется эксгаустерами, установленными на тракте агломерационных газов.

Спекаемый слой шихты можно условно разделить по высоте на следующие зоны: зона готового агломерата, зона плавления, зона интенсивного нагрева, зона сушки, зона переувлажнения, зона исходной шихты и "постель".

Скорость перемещения зоны плавления по толщине слоя называется вертикальной скоростью спекания и составляет $(12 - 14) \cdot 10^{-3}$ м/мин. Она определяется в основном скоростью фильтрации дымовых газов, теплофизическими свойствами шихтовых материалов и условиями горения топлива.

Основные физико-химические превращения происходят в зоне плавления и интенсивного нагрева. Химические соединения, образующиеся при этих процессах, определяют как конечный состав агломерата.

Двуокись углерода (CO_2) образуется как за счет сгорания мелочи кокса (кокса, антрацита, графита и другие углесодержащие сырье), так и вследствие декарбонизации фосфорита, которая достигает 95 %. Полнота декарбонизации является одним из показателей качества агломерата, так как применение декарбонизированного сырья в фосфорных печах снижает расход электроэнергии, уменьшает количество печных газов, способствует улучшению качества фосфора.

Загрязнение агломерационных газов окисью углерода происходит вследствие неполноты сгорания твердого топлива. Влага, содержащаяся в шихте, обуславливает протекание процесса пиролиза фторапатита, содержащегося в руде с образованием HF и SiF_4 , переходящими в аглогазы. Газовая фаза загрязнена также содержанием соединений фосфора P_2O_5 и PH_3 , образующимися в ходе спекания.

В результате процессов десульфуризации фосфорита в состав аглогазов входят SO_2 и SO_3 .

Аглогазы, содержащие химические вредности и пыль, перед выбросом в атмосферу подвергаются очистке на установке сухой и мокрой очистки аглогазов.

Агломерационная машина представляет собой подвижную ленту, состоящую из каркаса, спекательных тележек, приводов, питателей шихты и "постели", зажигательного горна, вакуум-камер и системы смазки.

Спекательная тележка (паллета) представляет собой стальную раму, смонтированную на четырех роliko-опорах, с боковыми бортами, внутри которой уложены колосники.

Увлажненная шихта из окомкователя загружается в один из бункера-воронки шихты агломашины челноковым распределителем, который равномерно распределяет шихту по ширине бункера-воронки.

Перед загрузкой аглошихты на полеты агломашины сначала укладывается слой "постели" - агломерат фракции $(8 - 13) \cdot 10^{-3}$ м, которая препятствует просыпанию шихты через зазоры колосниковой решетки, предохраняет колосники от воздействия высоких температур и исключает образование "пригара" шихты к колосникам. "Постель" выдается из бункера ленточным конвейером, которая поступает в приемную воронку агломашины, из которой "постель" загружается на колосниковую решетку.

Шихта из бункера-воронки переносится барабанным питателем на наклонный лоток, с которого и укладывается на спекательные тележки. Высота слоя шихты регулируется положением шибера.

Шихта на спекательных тележках для улучшения зажигания подвергается уплотнению, выравниванию и профилированию специальным приспособлением, и далее поступает в горн, предназначенный для зажигания мелочи кокса (кокса, антрацита, графита и другие углесодержащие сырье) в поверхностном слое шихты.

Горн расположен на агломашине после питателей шихты над лентой спекательных тележек и представляет собой сварную металлоконструкцию, изнутри футерованную огнеупорным кирпичом.

Горн разделен на три секции. На боковых стенках горна в I и III секциях установлено по 4 горелки, во II секции – 6 горелок.

Первая секция предназначена для зажигания шихты, остальные секции – для дополнительной подачи тепла, необходимого для зажигания последующих слоев и стабилизации процесса спекания.

В секциях установлены турбулентные трехходовые горелки, работающие на природном и печном газе. Воздух на горение подается вентилятором. Подача природного газа на секции горна осуществляется от межцехового газопровода через газорегуляторные установки (ГРУ), предназначенные для снижения давления газа до необходимого перед горелками и автоматического поддержания давления постоянным.

Подача печного газа на секции горна осуществляется от межцехового газопровода печного цеха до горелки горна агломашинны.

Технологический процесс утилизации печного газа предусматривает использование печного газа в качестве топлива в смеси с природным газом и отдельно на зажигательных горнах агломашинны и, кроме того, способствует снижению вредных выбросов (PH_3 , P_2O_5 , SO_2 , и др.) в атмосферу.

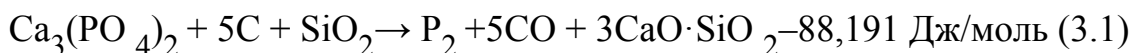
Печной газ, образующийся в производстве желтого фосфора при восстановлении фосфоритов углеродом в руднотермических печах, после обеспыливания и конденсации фосфора содержит до 80 % окиси углерода (CO). Температура печного газа, отправляемого в цех агломерации, не должна быть более 35 °С, содержание в нем элементарного фосфора не должно быть более 0,2 г/Нм³. Содержание фосфора в печном газе зависит от температуры газа, поэтому проектом предусматривается блокировка работы газодувки при температуре печного газа более 35 °С, газодувка автоматически отключается и печной газ сбрасывается на свечу. Для предотвращения аварий после остановки системы СУПГ предусмотрена подача азота на продувку всей системы. Пуски безопасная эксплуатация "Системы утилизации печного газа"

возможны только при условии одновременной эксплуатации "Системы захлаживания" конденсационной воды, обеспечивающей регламентное содержание фосфора в печном газе не более 0,2 г/м³.

Восстановительный процесс

Желтый фосфор производится в цехе ТОО "НДФЗ" методом электровозгонки в руднотермических печах типа РКЗ- 80. Для этого составляется шихта, которая направляется на восстановительную плавку при температуре 1623 – 1773 К. В результате плавки фосфор вместе с газом направляется на очистку от пыли и конденсацию, а феррофосфор и шлак сливаются из соответствующих леток. Феррофосфор направляется на склад, а шлак после грануляции направляется в думпкары [16, 19].

Восстановление фосфора – эндотермический процесс, описывающийся следующим уравнением:



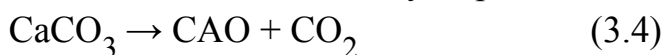
В процессе электровозгонки протекают побочные реакции, обусловленные наличием примесей в фосфатном сырье.

Окислы железа, содержащиеся в агломерате, кремнистом сырье, коксе восстанавливаются до элементарного железа, которое, соединяясь с парами фосфора, образует феррофосфор:



Феррофосфор, обладая большим удельным весом, чем шлак, скапливается на подине печи.

Карбонаты разлагаются с образованием двуокси углерода, который частично восстанавливается до окиси углерода:

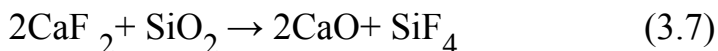


CO₂ и CO переходят в печной газ.

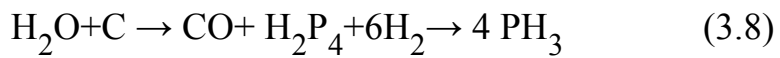
Часть двуокси кремния восстанавливается до элементарного кремния и переходит в феррофосфор:



Фтористые соединения, содержащиеся в фосфорите, в основном переходят в шлак, оставшаяся часть, реагируя с двуокисью кремния, образует четырехфтористый кремний, который уходит с печными газами:



Часть воды, содержащаяся в шихте, восстанавливается до водорода, который, частично реагируя с фосфором, образует фосфин PH_3 , уходящий с печными газами:

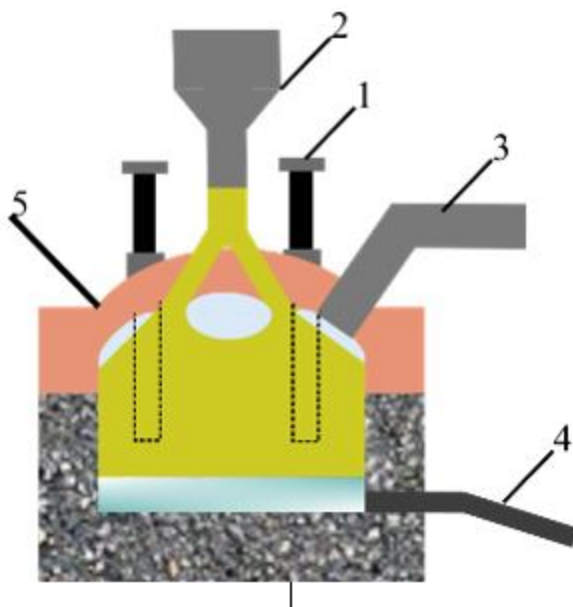


Часть водорода, реагируя с серой, образует сероводород, который также переходит в печной газ.

Повышенная влажность компонентов шихты, подаваемых в фосфорную печь, приводит к увеличению содержания водорода в печном газе, потерям фосфора, увеличению объема печных газов и дополнительному расходу электроэнергии. В печной газ также переходят часть окислов щелочных металлов, возгоняющихся при температуре процесса. Необходимо стремиться к тому, чтобы фосфорсодержащие печные газы были минимально загрязнены возгоняемой кремнекислотой и ее соединениями, так как последние затрудняют пыле очистку газа и способствуют образованию фосфорного шлама. Это обеспечивается работой на основных шлаках с модулем кислотности 0,85 - 0,95, обладающих сравнительно невысокой температурой плавления. Фосфор получается в виде паров и удаляется из печи в составе печного газа. Печной газ, выходящий из печи, содержит около 85 % окиси углерода, 5 - 7 % фосфора, газообразные примеси CO_2 , SiF_4 , PH_3 , H_2S , N_2 и пыль исходного сырья. Во избежание подсосов воздуха в печи поддерживается избыточное давление до 500 Па (50 мм вод. ст.). Для выхода печного газа в крышке печи имеется два отверстия, соответствующие двум ниткам пыле очистки и конденсации фосфора

Устройство печи для производства желтого фосфора

В России и Казахстане для производства фосфора применяются руднотермические печи типа РКЗ- 48, РКЗ- 72, РКЗ- 80 (индекс печи означает руднотермическая, круглая, закрытая, а далее указывается электрическая мощность в мегавольт амперах). Эти трехфазные круглые печи (Рисунок 3.7) состоят из следующих основных элементов: кожух печи, футеровка, система подвески и перемещения электродов и тракт шихтоподачи.



1 - электрод, 2 - бункеры с сырьем, 3 - газоход, 4 - шлаковая летка, 5 - корпус печи
 Рисунок 3.4. Фосфорная печь

Свод печи футерован огнеупорным бетоном и имеет отверстия для электродов с сальниковыми уплотнениями, а также для шихтовых течек и для газохода, который может быть отключен от печи газоотсекателем специальной конструкции.

Ванна печи РКЗ- 80Ф, используемая на ТОО "НДФЗ", выполнена из углеродистых блоков, цилиндрическая, с внутренним диаметром 8500 мм. Кожух сварной, цилиндрический, из стали толщиной 25 мм, усилен ребрами и поясами жесткости. Глубина ванны печи 4100 мм. Ванна над сводом накрывается крышкой из немагнитного материала. Крышка собирается из трех секций с электроизоляцией между ними и между ними и кожухом. Фосфорная печь имеет две водоохлаждаемые шлаковые летки и одну летку с двумя отверстиями для выпуска феррофосфора. Отверстия для выпуска шлака расположены на 450 мм выше уровня подины, отверстия для выпуска феррофосфора – на 50 мм. На электроды печи подается напряжение от трех однофазных трансформаторов. Электрический ток используется для нагрева, расплавления шихты в печи и для поддержания процесса восстановления фосфора. Электроды служат для подвода электрического тока в реакционную (проводящую) зону. Электроды в процессе работы срабатываются, а потому нуждаются в наращивании. Самоспекающийся электрод состоит из металлической оболочки – кожуха, заполняемого сверху электродной массой. Для набивки самоспекающихся электродов используется товарная электродная масса или масса собственного производства.

Фосфорная печь является химическим реактором со сложным температурным полем. Исходные компоненты поступают в печь с температурой 0 - 20 °С, продукты реакции - расплавы и газы – покидают печь с температурой 1400 - 1500 и 500 °С соответственно. В зоне контакта торца электрода с расплавом возможны температуры

более 2000 °С. Такой широкий интервал температур определяет неоднородность пространства печи. В верхних уровнях, куда поступает холодная исходная шихта – фосфорит, кварцит и кокс, химические реагенты твердые; далее, по мере опускания шихты вниз, температура повышается, легкоплавкие компоненты шихты плавятся, появляется жидкая фаза. Область максимальных температур находится у торца электрода. Здесь в твердом состоянии остается только кокс, остальные элементы шихты расплавлены. Выделение тепловой энергии осуществляется не только через твердый материал – шихту и жидкий расплав, но и через электрическую дугу, которая всегда присутствует на той или иной стадии процесса. Особенности преобразования электрической энергии в тепловую сказываются, прежде всего, на характере реакций, протекающих в печи. Все это делает задачу количественного определения распределения энергии в зависимости от параметров работы печи исключительно сложной, требующей учета большого количества физических, химических и физико-химических факторов, жестко взаимосвязанных в реакционном объеме.

Между тем, в неоднородном реакционном пространстве печи можно выделить области, в которых действуют общие закономерности. Эти области можно рассматривать как самостоятельные зоны, в которых хотя и существуют температурная, концентрационная и другие неоднородности, но характер процессов одинаков. В объеме каждой такой зоны действуют свои функциональные связи, что существенно облегчает задачи их математического описания и моделирования протекающих в них процессов.

Очистка печного газа

В процессе возгонки желтого фосфора образуется печной фосфорсодержащий газ. В идеале, если бы в печи не происходило бы никаких побочных реакций, то химический состав печного газа состоял бы из 83,4 % окиси углерода (СО) и 16,6 % паров фосфора. В действительности из-за большого количества примесей в фосфоритах месторождений Каратау и Жанатаса и многообразия протекающих в печи реакций состав печного газа очень сложный. Кроме образования газообразных продуктов в процессе реакций имеет место прямой пылеунос мелких частиц компонентов шихты. Процесс пылеуноса усиливается при повышении температуры под сводом печи, так как возрастает скорость газа. В результате побочных реакций с участием воды в печи образуются водород, сероводород, синильная кислота, фосфин. По реакции двуокиси кремния с фторидами образуется четырехфтористый кремний. В зоне высоких температур щелочные металлы (К и Na) восстанавливаются до окислов и уносятся в виде газов. В зонах пониженных (в электрофильтрах) температур они конденсируются в виде мелкодисперсной пыли.

Содержание пыли в печном газе (таблица 3.1) колеблется в очень широких пределах и зависит в основном от следующих причин:

восстановление, испарение и последующая конденсация кремния, щелочных металлов и других летучих составляющих шихты,

наличие в шихте примесей, окисляющих фосфор: кислород, двуокись углерода, вода и т.д.

плохая газопроницаемость шихты, в результате чего печной газ проходит через нее по каналам, не происходят в полном объеме процессы охлаждения газа и его очистки от пыли.

Первая причина зависит в основном от заданного состава шихты – "шихтовки", которую задает технолог цеха.

Вторая причина в основном зависит от подготовки сырья к процессу возгонки фосфора – степени прокалки и декарбонизации.

Третья причина зависит от количества мелочи в сырье, поступающем в печь.

Таблица 3.1. Приблизительный состав печного газа на выходе из печи

№ п/п	Компонент	Содержание, объемных %
1	2	3
1	CO	65 - 80
2	P ₄	6 – 10
3	N ₂	7 – 10
4	H ₂	1 – 6
5	CO ₂	0,1 – 1,0
6	H ₂ S	0,5
7	O ₂	0,5
8	PH ₃	0,2
9	SiF ₄	0,05

Для очистки печного газа от пыли используются электрофильтры типа ЭВТ – 2 – 5,5 – 20ф – 01 (электрофильтр вертикальный, фосфорный, двухполюсный). Площадь активного сечения фильтра – 20 м², количество осадительных электродов (так называемых S-образных) – 476 шт. в двух полях, активная длина поля – 5740 мм, количество коронирующих электродов (пилообразных) – 916 шт. в двух полях.

На каждую печь для обеспечения непрерывной работы установлено две системы электрофильтров и конденсации, которые могут работать параллельно.

Принцип действия электрофильтра основан на ионизации газа внутри активной зоны коронным разрядом. Коронный разряд возникает при возникновении электрического поля между коронирующими и осадительными электродами. Частицы пыли захватывают ионы, приобретают электрический заряд и движутся по направлению к электроду с противоположным зарядом. Подавляющая часть пылинок

приобретает отрицательный заряд, поэтому они двигаются к осадительным электродам, имеющим положительный заряд. Достигнув электродов, пылинки оседают на них, теряют заряд и затем стряхиваются на дно фильтра.

Со дна фильтра пыль скребковыми механизмами сгребается в шахты.

Через шахты пыль попадает в баки котельного молока, где при помощи перемешивания с водой мешалками и циркуляции между баками котельного молока и шахтами образуется однородная суспензия - котельное молоко.

Частично очистившийся от пыли печной газ (большая часть пыли оседает в первом поле), пройдя первое поле, попадает через наклонный газоход во второе поле, где происходит его доочистка от пыли. Проектная степень очистки печного газа с запыленностью на выходе из печи не более 80 г/м^3 от 98 до 99 %.

Пилообразные коронирующие электроды подвешены в каждом поле к специальной конструкции, расположенной на крышке электрофильтра и опирающейся на четыре опорных изолятора. Высокое напряжение подается через проходные изоляторы, под которые подается нагретый до 250 – 300 °С азот. Напряжение подается постоянное. Для лучшего удаления пыли с коронирующих электродов предусмотрен механизм встряхивания их.

S-образные осадительные электроды при помощи специальной конструкции опираются на корпус электрофильтра, они заземлены через него. Для удаления с них пыли предусмотрен механизм обстукивания.

Фосфорсодержащий газ из печи поступает в систему пыле очистки, состоящую из двух установленных параллельно электрофильтров.

В составе технологических линий печей установлены электрофильтры типа ЭВТ- 2 - 5,5 - 20Ф- 01. Каждый электрофильтр состоит из двух последовательно расположенных полей, соединенных газоходом и заключенных в общий корпус, снабженный обогревающей рубашкой. Первое поле соединено газоходом с фосфорной печью, второе - с газоходом установки конденсации. Газоход, соединяющий электрофильтр с печью, снабжен шнеком для предотвращения забивания его пылью. Отключение электрофильтра от печи и установки конденсации производится с помощью газоотсекателей и заглушек. Фосфорсодержащий газ, выходящий из фосфорной печи, первоначально поступает в активную зону 1-го поля, где происходит улавливание большей части пыли.

Затем по наклонному газоходу поступает во 2-е поле, где улавливаются более мелкие частицы пыли, после чего выходит из электрофильтра и поступает на конденсацию. Степень газоочистки в электрофильтрах 98 - 99 % при начальной запыленности не более $0,08 \text{ кг/м}^3$ (80 г/м^3). Площадь активного сечения электрофильтра ЭВТ- 2 - 5,5 - 20Ф- 01 20 м^2 . Этот фильтр имеет S - образные осадительные электроды и пилообразные коронирующие.

Система коронирующих электродов подвешена к опорной конструкции, расположенной на крышке электрофилтра и опирающейся на четыре высоковольтных изолятора. Для герметичности прохода трубы подвеса через корпус электрофилтра и изоляции ее от корпуса служат сухие вводы, под которые подается нагретый до 553 - 623 К (280 - 350 °С) азот для предотвращения конденсации фосфорсодержащих веществ. Управление режимом нагрева азота в электрокалориферах осуществляется автоматической системой регулирования режимом нагрева азота РНА- 1.

Активной частью электрофилтров является система осадительных и коронирующих электродов. К коронирующим электродам (изолированным от корпуса) подводится выпрямленный ток высокого напряжения от повысительно-выпрямительных агрегатов. Осадительные электроды замкнуты через корпус на землю.

Для удаления пыли с электродов имеются механизмы встряхивания для коронирующих электродов. При встряхивании пыль осыпается на дно соответствующего поля электрофилтра.

Пыль, уловленная в электрофилтре (котрельная пыль) с помощью скребкового механизма, которым оборудовано днище электрофилтра, непрерывно выгружается через вертикальные шахты в баки котрельного молока.

Процесс приготовления котрельного молока периодический. После откачки готовой порции котрельного молока бак заполняется водой, подаваемой из бака насосом. Котрельная пыль, поступающая в бак, перемешивается с водой смонтированной на баке мешалкой. Дополнительное перемешивание суспензии достигается благодаря ее непрерывной циркуляции с помощью насосов. На каждые два бака одного электрофилтра установлены 3 насоса, из которых два рабочих (по насосу на каждый бак) и один резервный.

В ходе приготовления котрельного молока периодически отбирается проба для измерения плотности. При достижении плотности 1,20 - 1,26 тонн/м³ (1,20 - 1,26 кг/л) циркуляцию прекращают и готовое котрельное молоко насосом в сборники. Для каждой двухфосфорных печей имеется два сборника котрельного молока. Из сборника котрельное молоко насосами перекачивается межцеховым трубопроводом в цех аглоцех или в шламоотстойники.

На каждом поле электрофилтров установлены предохранительные гидравлические затворы, срабатывающие при повышении давления свыше 980 Па (100 мм вод. ст.).

Уровень воды в гидрозатворах поддерживается постоянным по переливу. Подача воды производится из сборника насосами. Газ, сбрасываемый через гидрозатворы при повышении давления, отводится за пределы цеха с помощью свечи. Для исключения попадания печного газа в атмосферу цеха, а также для защиты узла токопровода в определенные точки электрофилтра подается азот. Периодически, по установленному

графику, один из двух электрофильтров фосфорной печи останавливается на чистку. Для предотвращения конденсации фосфора в электрофильтре в его рубашку подается горячий азот.

Постоянное высокое напряжение подается от повысительно-выпрямительных агрегатов АТПОМ.

Осыпавшаяся на дно фильтра пыль (котельная пыль) скребковым механизмом, который работает постоянно, через шахту выгружается в баки котельного молока, которых имеется по одному на каждое поле. Остановка скребкового механизма ведет к тому, что на дне поля набирается большое количество пыли и после включения скребка либо он не может сгрести пыль в шахту и "не идет", либо большим количеством пыли шахта забивается. Одной из причин остановки скребков является падение на дно фильтра грузов коронирующих электродов. В таком случае скребок клинит и раскрутить его невозможно, фильтр приходится останавливать на чистку и ремонт. Если скребок после простоя удастся запустить, то необходимо не сразу полностью закрутить его, а небольшими рывками (пуск – отключение) согнать за несколько полных оборотов скребка всю пыль с дна фильтра в бак котельного молока. После каждой операции пуск – отключение скребка нужно выдерживать паузу не менее 30 – 40 секунд, чтобы пыль, попавшая в шахту, размешалась мешалкой и циркуляционным насосом с водой и не забила бы шахту.

Котельная пыль при нормальной работе всех механизмов постоянно поступает через шахты в баки котельного молока, где специальной мешалкой размешивается с водой. Мешалка установлена под углом, так, чтобы удалять из шахты образующуюся в ней густую суспензию, перемешивая ее. На каждый фильтр имеется 3 циркуляционных насоса, в работе постоянно два – по одному на каждое поле, и один насос в резерве. Прекращение работы мешалок или циркуляционных насосов может привести к забиванию шахты пылью. В результате постоянного поступления пыли плотность суспензии котельного молока постоянно растет. При заполнении накопительного бака котельное молоко из него откачивается насосами по специальным трубопроводам в карты-накопители котельного молока.

Котельное молоко имеет щелочную реакцию (рН котельного молока от 10 до 14), и если вместе с котельной пылью в него попадает фосфор, то идет процесс образования фосфина (PH_3). Фосфин – ядовитый, взрывоопасный в смеси с воздухом газ, имеющий специфический чесночный запах. Выделение фосфина можно определить по образованию на поверхности котельного молока обильной пены – так называемой "шапки". Как правило, попадание фосфора в баки котельного молока связано с низкой температурой обогревающего электрофильтра азота. При бурном

пенообразовании необходимо бак котельного молока слить, заполнить его свежей порцией горячей воды. При необходимости эту операцию повторяют несколько раз (Рисунок 3.5). Стрелками показано направление движения частиц пыли

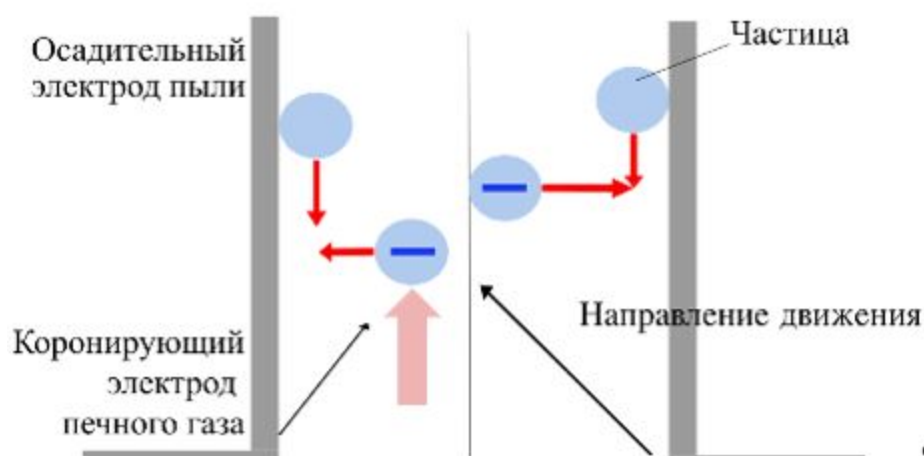


Рисунок 3.5. Принцип действия электрофильтра

Конденсация фосфора

Очищенный печной газ после электрофильтров поступает на конденсацию. Он имеет следующий состав: $\text{CO} - 70 - 85 \%$, $\text{P}_{4-5} - 7 \%$, $\text{N}_{2-10} - 15 \%$, а также примеси PH_3 , H_2S , H_2 , P_2O_5 , не уловленная в электрофильтрах пыль и другие.

На ТОО "НДФЗ" используются конденсаторы скрубберного типа, в которых переход фосфора из газообразного состояния в жидкое происходит из-за орошения фосфорсодержащего печного газа циркулирующей водой. Каждому электрофильтру соответствует система из двух последовательно соединенных газоходами конденсаторов: 1-ой ступени ("горячий" конденсатор) и 2-ой ступени ("холодный" конденсатор).

Очищенный от пыли печной газ с температурой $250 - 350 \text{ }^\circ\text{C}$ после электрофильтров попадает в "горячий" газоход, в котором установлены форсунки, распыляющие воду. Температура газа резко понижается, фосфор конденсируется и в жидком виде стекает в фосфоросборник. "Горячий" газоход и "горячий" конденсатор внутри орошаются через 8 форсунок циркуляционной водой с температурой $55 - 60 \text{ }^\circ\text{C}$ (по 4 форсунки на газоход и на конденсатор), благодаря чему температура печного газа снижается до $55 - 65 \text{ }^\circ\text{C}$, что обеспечивает конденсацию в них $98 - 99 \%$ всего конденсирующегося на конденсации фосфора. "Горячий" газоход орошается по принципу прямотока, "горячий" конденсатор – по принципу противотока воды и печного газа. Наружная поверхность "горячих" конденсаторов для большей эффективности охлаждения печного газа орошается оборотной водой "грязного" цикла. Сконденсировавшийся в "горячей" конденсации фосфор в жидком виде стекает в

фосфоросборник. Фосфор тяжелее воды (плотность $1,7 \text{ кг/дм}^3$), поэтому скапливается в нижней части фосфоросборника, под слоем воды.

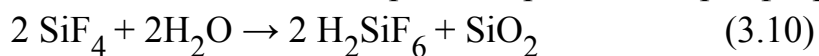
После "горячей" конденсации печной газ поступает по газоходу в "холодный" конденсатор, орошающийся внутри 7-ю форсунками. Циркуляционная вода в "холодной" конденсации при работе системы захлаживания должна иметь температуру не более $35 \text{ }^\circ\text{C}$, без захлаживания – $45 - 50 \text{ }^\circ\text{C}$. Система захлаживания конденсационной воды состоит из системы подачи охлаждающей оборотной воды, теплообменников, в которых конденсационная вода охлаждается оборотной водой, и трубопроводов циркуляции конденсационной воды. Чем ниже температура конденсационной воды в "холодной" конденсации, тем меньше потери фосфора с отходящим печным газом, тем экономичнее процесс производства фосфора и тем меньше загрязняется окружающая среда. В "холодной" конденсации фосфор может выпадать в твердом виде, если температура отходящего газа менее $44,1 \text{ }^\circ\text{C}$, что может привести к ошибкам при определении количества фосфора в фосфоросборниках, так как твердый фосфор не распределяется по всей площади фосфоросборника, а собирается в основном под конденсатором. Накопившийся в фосфоросборниках фосфор периодически откачивается на склад фосфора при температуре $70 - 80 \text{ }^\circ\text{C}$. Перегрев воды и фосфора в фосфоросборниках до температуры кипения воды приводит к выбросу фосфора из фосфоросборников и пожару. Перекачка фосфора производится по двум специальным трубопроводам, один из которых резервный, установленными на крышках фосфоросборников погружными насосами. Перед перекачкой фосфоропровод обязательно промывается горячей водой, по окончании перекачки – снова промывается с целью исключить возможность забивания фосфоропроводом фосфором и шламом. Для предотвращения возможности образования взрывоопасной смеси фосфина с воздухом и горения фосфора в фосфоросборники подается азот по системе "азотного дыхания".

При температуре $17 \text{ }^\circ\text{C}$ давление паров фосфора над ним составляет $0,014 \text{ мм}$ водного столба, а при $67 \text{ }^\circ\text{C}$ давление составляет $0,69 \text{ мм}$ водного столба, то есть возрастает в 50 раз. Пропорционально возрастают и потери фосфора.

Эффективность процесса улавливания фосфора в системе конденсации зависит от:
температуры отходящего печного газа;
плотности внутреннего орошения (распыления циркуляционной воды форсунками и количества подаваемой на орошение воды);
времени пребывания печного газа в системах конденсации;
аппаратурного оформления систем конденсации.

Одновременно с фосфором в системе конденсации конденсируются и примеси, среди которых мышьяк, который снижает качество конечного продукта. Кроме этого, происходит гидратация кислотных и щелочных окислов и гидролиз, в результате

которых образуются кислоты и щелочи. От наличия кислотных и щелочных окислов зависит рН циркулирующей воды. На ТОО "НДФЗ", благодаря высокотемпературной подготовке фосфоритного сырья, значительная часть кислотных окислов улетучивается на стадии агломерации, поэтому рН конденсационной воды нейтральная или слабощелочная. В кислой среде гидролиз четырехфтористого кремния идет по реакции:



Образовавшаяся кремнефтористоводородная кислота вызывает ускоренную коррозию оборудования, а гидратированная двуокись кремния, которая в виде студнеобразных полимерных сгустков, приводит к образованию с фосфором устойчивый и трудноразделимый шлам. Так как на фосфорных заводах, работающих без высокотемпературной подготовки фосфоритного сырья, рН конденсационной воды всегда низкий (кислая среда), то выход шлама там значительно больший, чем на ТОО "НДФЗ", и шлам очень устойчивый.

При рН конденсационной воды выше 8 приводит к нежелательному процессу образования очень вредного газообразного соединения фосфина и потере фосфора:



Регулирование давления печного газа при работе газового тракта без работы системы утилизации печного газа в системе электропечь – электрофильтр – конденсация производится заслонкой с пневмоприводом, установленной на газоходе, идущем на свечу. Кроме этой заслонки на этом же газоходе имеется дополнительная ручная заслонка, которой регулируют давление в аварийных случаях отказа основной заслонки.

При работе газового тракта с работой системы утилизации печного газа в системе электропечь – электрофильтр – конденсация производится по обводной линии, установленной на газоходе, подающем транспортируемый печной газ на свечу (таблица 3.2).

Таблица 3.2. Нормы технологического режима конденсации фосфора

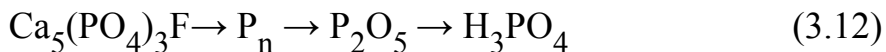
№ п/п	Наименование	Показатель
1	2	3
1	Температура воды на внутреннее орошение "горячего" конденсатора	50 – 60 °С
2	Расход воды на орошение "горячего" конденсатора, не менее	90 м ³ /час
3	Расход воды на наружное орошение "горячего" конденсатора	регулируется по температуре отходящего газа
4	Температура печной газ на выходе из "горячего" конденсатора	50 – 60 °С

5	Давление печного газа в системе конденсации	3 – 50 мм. вод. ст.
6	Температура воды на внутреннее орошение "холодной" конденсации:	
	- без захлаживания воды	45 – 50 °С
	- с захлаживанием воды, не более	35 °С
7	Расход воды на внутреннее орошение "холодного" конденсатора, не менее	100 м ³ /час
8	Температура печного газа на выходе из "холодной" конденсации:	
	- без захлаживания воды	45 – 50 °С
	- с захлаживанием воды, не более	40 °С
9	Содержание фосфора в отходящем печном газе:	
	- без захлаживания воды	не более 2000 мг/м ³
	- с захлаживанием воды	не более 200 мг/м ³
10	Температура фосфора перед перекачкой в приемниках фосфора, не более	80 °С
11	Максимально допустимый уровень фосфора от днища:	
	- в "горячем" фосфоросборнике	1500 мм
	- в "холодном" фосфоросборнике	1000 мм
12	рН воды, циркулирующей в системах конденсации	5 – 8
13	Содержание фосфора в фосфорсодержащей воде перед откачкой в отделение нейтрализации, не более	2100 мг/л
14	Содержание взвесей в фосфорсодержащей воде перед откачкой в отделение нейтрализации, не более	3800 мг/л
15	Температура воды, подающейся на гидрозатворы "горячих" конденсаторов	60 – 80 °С
16	Уровень фосфора в баке от днища, не более	300 мм

Далее отходящий печной газ сбрасывается на свечу, где сжигается в виде факела.

3.1.2. Производство термической фосфорной кислоты

Электротермический метод производства фосфорной кислоты основан на восстановлении фосфатов до элементарного фосфора, его последующем окислении до оксида фосфора (V) и гидратации оксида до фосфорной кислоты [20]:

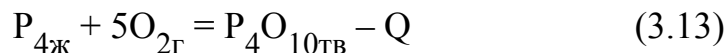


Прием фосфора

Описано в разделе 3.1.1.

Сжигание фосфора

Сжигание фосфора гетерогенный экзотермический процесс, протекает по уравнению :

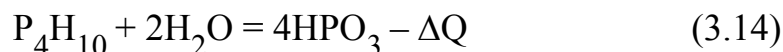


где $Q = 753$ кДж

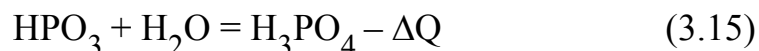
Степень окисления фосфора зависит от температуры в зоне горения и от скорости диффузии кислорода к поверхности жидкого фосфора. Чтобы обеспечить полноту сгорания и исключить возможность образования низших оксидов фосфора, процесс ведут при температуре 1000 – 1400 °С и двукратном избытке воздуха.

Гидратация оксида фосфора (V)

Гидратация оксида фосфора (V) протекает через ряд стадий. На первой стадии процесса, вследствие высокой температуры в системе, взаимодействие паров оксида фосфора с водой дает метафосфорную кислоту.



При понижении температуры метафосфорная кислота через полифосфорные кислоты превращается в фосфорную (ортофосфорную) кислоту:



Процесс гидратации димера оксида фосфора (V) является экзотермическим и сопровождается выделением значительного количества тепла, что учитывается при организации этой стадии технологического процесса.

Технологическая схема производства. Технологический процесс производства фосфорной кислоты электротермическим методом может строиться по двум вариантам:

по одноступенчатой схеме, без предварительной конденсации паров фосфора, с непосредственным сжиганием выходящего из стадии восстановления фосфорсодержащего газа;

по двухступенчатой схеме, с предварительной конденсацией паров фосфора и последующей переработкой его в фосфорную кислоту (Рисунок 3.6).



Рисунок 3.6. Технологические схемы производства фосфорной кислоты термическим методом

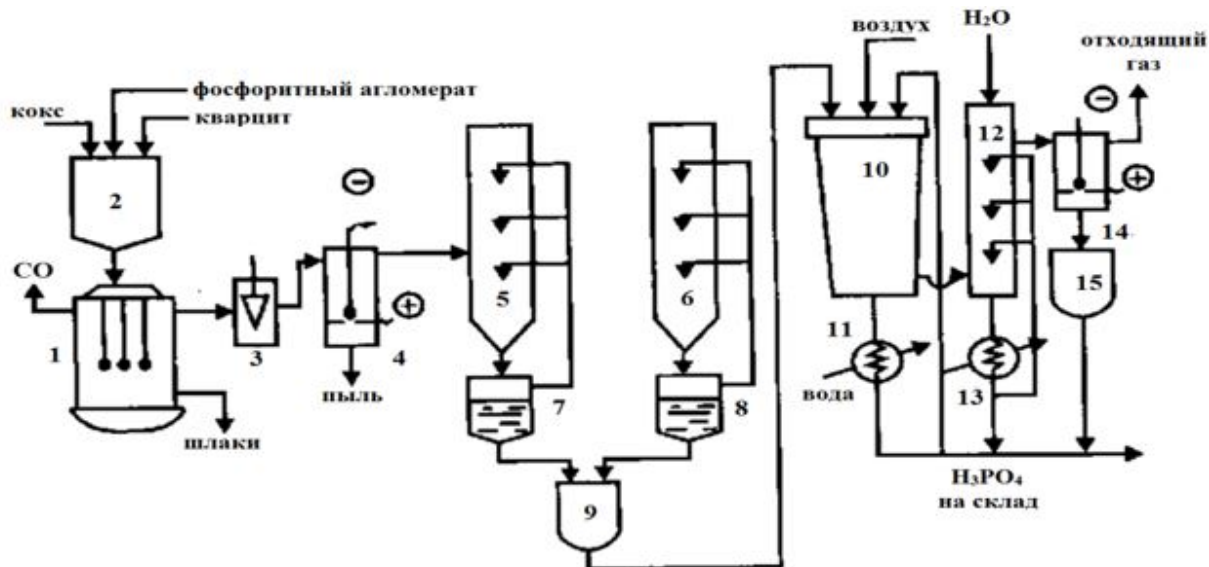
При окислении фосфора и гидратации оксида фосфора (V) выделяется большое количество тепла, которое для поддержания оптимального теплового режима процесса должно отводиться из системы. По методу отвода теплоты установки по производству термической фосфорной кислоты делятся на испарительные, циркуляционные и теплообменные.

Их особенности и характеристики представлены в таблице 3.3.

Таблица 3.3. Методы отвода теплоты из системы

№ п/п	Вариант установки производства	Способ передачи тепла от системы	Количество отнимаемого тепла, кДж
1	2	3	4
1	Испарительный	Нагревание и испарение 1 кг распыляемой воды и прогрев пара до 200 °С	3015
2	Циркуляционный	Нагревание 1 кг орошающей циркулирующей фосфорной кислоты от 30 до 80 °С	109
3	Теплообменный	Охлаждение водой в выносных теплообменниках 1 кг фосфорной кислоты	84

Наиболее распространены циркуляционно-испарительные схемы, в которых охлаждение газов происходит за счет теплообмена с циркулирующей фосфорной кислотой и в результате испарения из нее воды. Подобная технологическая схема приведена на рисунке 3.7.



1 – электропечь, 2 – бункер шихты, 3 – газоотсекатель, 4,14 – электрофилтры, 5 – горячий конденсатор, 6 – холодный конденсатор, 7,8 – сборники жидкого фосфора, 9 – отстойник жидкого фосфора, 10 – башня сгорания, 11,13 – холодильники, 12 – башня гидратации, 15 – сборник фосфорной кислоты

Рисунок 3.7. Технологическая схема производства термической фосфорной кислоты двухстадийным методом

В трехфазную электропечь РКЗ- 80Ф 1 поступает из бункера 2 шихта, состоящая из фосфата, оксида кремния (кварцита) и кокса. Выходящий из печи газ, содержащий 6 – 10 % фосфора, проходит через газоотсекатель 3 в электрофилтрь 4, где из него извлекается пыль. Очищенный газ направляется в конденсаторы-промыватели – горячий 5 и холодный 6, охлаждаемые разбрызгиваемой в них водой, которая циркулирует по замкнутому контуру. Сконденсировавшийся жидкий фосфор собирается в сборниках 7 и 8, откуда поступает в отстойник 9. Степень конденсации фосфора из газа достигает 0,995. Выходящий из конденсаторов газ, содержащий до 85 % об. оксида углерода используется в качестве топлива или сжигается. Шлаки, скапливающиеся в нижней части печи 1, непрерывно скачиваются и используются в производстве цемента и других строительных материалов. Из отстойника 9 расплавленный фосфор подается в башню сгорания 10, где распыляется форсунками в токе воздуха. В башню для охлаждения подается циркуляционная фосфорная кислота, охлаждаемая предварительно в холодильнике 11, часть ее в виде 75 % - ной фосфорной кислоты отводится в качестве продукционной и поступает на склад. Для пополнения в систему вводится необходимое количество воды. Из башни сгорания газ при температуре 100 °С поступает в башню гидратации-охлаждения 12, орошаемую фосфорной кислотой, где заканчивается процесс гидратации. За счет орошения температура фосфорной кислоты на выходе снижается до 40–45 °С. Циркулирующая в башне гидратации кислота охлаждается в холодильнике 13. Из башни гидратации 12

газ направляется в электрофильтр 14. Сконденсировавшаяся в нем из тумана фосфорная кислота поступает в сборник 15, а отходящие газы выбрасываются в атмосферу.

Расход циркулирующей фосфорной кислоты на охлаждение процессов сгорания и гидратации составляет: в башне сгорания 500–750 м³/час, в башне гидратации 150 м³/час.

Основными аппаратами в производстве термической фосфорной кислоты являются башня сгорания (сжигания) и башня гидратации.

Башня сгорания полая, имеет коническую форму, диаметр около 4 м и высота около 14 м. Крышка башни охлаждается водой и имеет форсунку для распыления фосфора. Башня гидратации выполнена в виде цилиндра высотой 15 м и диаметром 3 м и содержит насадку из колец Рашига и три яруса форсунок для распыления кислоты.

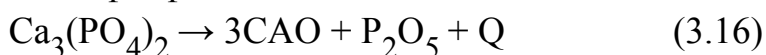
По сравнению с электротермический методом производства фосфорной кислоты, экстракционным метод имеет следующие преимущества:

возможность получения кислоты высокой концентрации, включая полифосфорные кислоты концентрацией до 115 % P₂O₅;

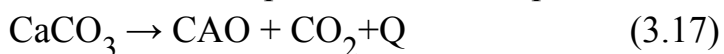
высокая чистота продукта;

возможность использования фосфатного сырья с низкой концентрацией фосфора без предварительного обогащения.

Представляет интерес, пока еще теоретический, проблема получения оксида фосфора (V) непосредственно из фосфатов термической диссоциацией трикалийфосфата:



По аналогии с промышленным процессом диссоциации карбоната кальция:



где Q = 178 кДж.

Однако практическая реализация этого метода ограничена чрезвычайно высоким для практического использования значением теплового эффекта и связано с необходимостью обеспечения высоких температур и большой затратой энергии.

3.1.3. Производство кислота ортофосфорной термической марки "А" (пищевая)

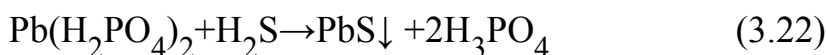
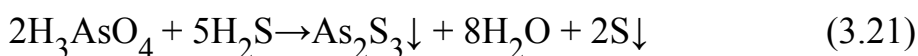
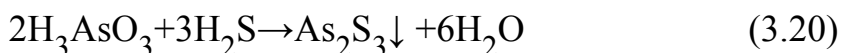
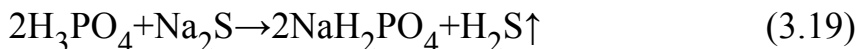
Производство пищевой термической ортофосфорной кислоты марки "А" (пищевая), было введено в действие в ТОО "НДФЗ" в 2011 году. Проектная мощность производства 50000 тонн/год. Производство состоит из 2 технологических ниток. Процесс производства - непрерывный. Категория производства по его технико-экономическому уровню – 1 [20].

Для получения пищевой ортофосфорной кислоты используется метод, основанный на очистке термической фосфорной кислоты от мышьяка и свинца путем осаждения их

в виде сульфидов сероводородом. Осажденные сульфиды отделяют от кислоты фильтрованием, а избыток сероводорода удаляют из кислоты под разрежением.

Процесс получения фосфорной кислоты пищевой основан на очистке термической фосфорной кислоты от мышьяка и свинца путем осаждения их в виде сульфидов сероводородом.

Осаждение протекает по следующим химическим реакциям:



Образовавшиеся сульфиды, представляющие собой хлопья желто – зеленого цвета, отделяются от кислоты фильтрованием, а избыток сероводорода удаляется из кислоты под действием разрежения.

Процесс производства пищевой фосфорной кислоты марки "А" состоит из следующих стадий:

1. прием технической фосфорной кислоты;
2. приготовление раствора сернистого натрия;
3. осаждение примесей мышьяка и свинца сероводородом;
4. фильтрация ортофосфорной кислоты от сульфидов мышьяка и тяжелых металлов;
5. десорбция(обдувка) сероводорода из кислоты;
6. очистка воздуха от сероводорода;
7. фасовка и складирование готового продукта;
8. утилизация отходов производства - осадка фильтрации.

Для проведения процесса используется фосфорная кислота концентрации 74 - 78 %. Снижение концентрации кислоты ведет к снижению скорости реакции осаждения и затрудняет коагуляцию осадка, а повышение концентрации увеличивает вязкость кислоты и возможность ее кристаллизации при транспортировке. Для уменьшения вязкости кислоту подогревают до температуры 40 - 50 °С.

Осадителем в процессе очистки кислоты является 4 - 5 %-ный раствор сернистого натрия, который периодически готовится путем растворения определенной порции сернистого натрия в умягченной воде. Для обеспечения нормального процесса осаждения в виду очень малых концентраций осаждаемых компонентов и газообразной формой осадителя (H_2S), берется 3-х кратный избыток Na_2S . Увеличение концентрации раствора сернистого натрия приводит к перерасходу его и ухудшению качества кислоты (опалесценция, остаточный запах сероводорода), уменьшение - к недостаточному осаждению примесей.

Приготовление раствора сернистого натрия производится в количестве 2,5 - 3,0 м³, достаточного для суточной работы производства. Приготовление больших количеств нецелесообразно ввиду неустойчивости раствора сернистого натрия из-за гидролиза Na_2S с образованием сероводорода, улетучивающегося из раствора.

Осаждение примесей в кислоте производится в реакционной колонне. Реакционная колонна представляет собой вертикальный цилиндрический аппарат, внутри которого валом засыпана насадка (обрезки полиэтиленовых труб). Сверху самотеком из напорного бака подается кислота, а раствор сернистого натрия подается в нижнюю часть реакционной колонны через отверстие Ø10 мм под давлением.

В полости аппарата происходит реакция осаждения сульфидов. Полнота осаждения 90 – 95 %. Кислота и раствор сернистого натрия смешиваются, и в нижней части аппарата образуется сероводород, который поднимается вверх и, проходя через насадку, взаимодействует с мышьяком и тяжелыми металлами.

Соотношение расхода потоков задается дистанционно аппаратчиком согласно анализу качества осаждения и составляет 1: (45 - 50) раствора Na_2S к кислоте. Расходы потоков автоматически стабилизируются дозаторами и дозировочными насосами.

Реакционная смесь через патрубок в нижней части аппарата под действием гидростатического давления поступает в сборник с мешалкой, в который порционно подается активированный уголь для ускорения коагуляции осадка.

Фильтрация кислоты от осажденных сульфидов производится на фильтр-прессе.

Удаление избытка сероводорода из кислоты производится в десорбере, представляющим собой вертикальный цилиндрический аппарат, внутри которого находятся тарелки с колпачками. Кислота поступает сверху, а снизу подается подогретый воздух. В результате этого сероводород покидает жидкую фазу и удаляется с отходящими газами на очистку в абсорбер, а очищенная кислота поступает в бак готового продукта.

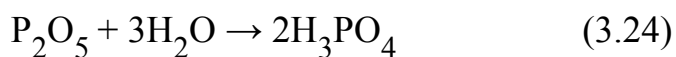
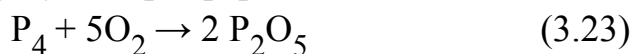
Очистка отходящих газов от сероводорода производится в абсорбере, представляющий собой цилиндрический аппарат, снабженный тремя форсунками, через которые происходит орошение отходящих газов 10 % раствором щелочи. Аппарат работает под разрежением 1,3 - 3,0 кПа. Сероводород, проходя сквозь поглощающий раствор, вступает в реакцию с едким натром, образуя сульфид натрия. При достижении концентрации NaOH 1,0 - 2,0 %, что соответствует концентрации в этом же растворе Na_2S 8 - 10 %, раствор возвращают в производственный цикл, заменяя его свежей порцией.

3.1.4. Производство триполифосфата натрия

Производство триполифосфата натрия введено в эксплуатацию в 1983 году на ТОО "НДФЗ". Проектная мощность 120 000 тонн в год. Производство состоит из трех технологических ниток нейтрализации и четырех технологических ниток сушки и

прокалки. Метод получения триполифосфата натрия основан на нейтрализации фосфорной кислоты кальцинированной содой с последующей сушкой раствора и прокалкой сухих солей [21].

Сначала фосфор поступает в отделение производства фосфорной кислоты. В этом отделении фосфор в специальных установках сжигается в воздухе, в результате чего получается фосфорный ангидрид. При орошении фосфорного ангидрида водой образуется фосфорная кислота:



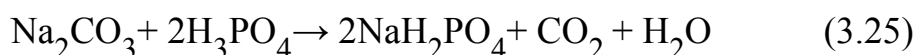
Горячая фосфорная кислота охлаждается в теплообменниках и передается на производство фосфорных солей, триполифосфата натрия, пищевой фосфорной кислоты

В отделении производства триполифосфата натрия фосфорная кислота нейтрализуется содой кальцинированной или едким натром, полученный раствор фильтруется от примесей, сушится и затем прокаливается в кальцинаторах до получения триполифосфата натрия. В зависимости от температуры прокалки в триполифосфате натрия изменяется соотношение содержания первой и второй форм. Их содержание в производстве меняется по требованию заказчиков продукции. Полученный триполифосфат натрия фасуется в бумажные мешки, "Биг-Беги" или отправляется насыпью в ж/д вагоны по требованию заказчика.

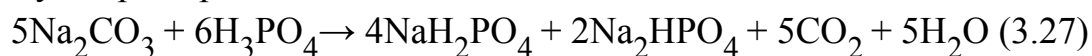
В отделении фосфорных солей можно получать триполифосфат калия, триполифосфат калия-натрия и другие фосфорные соли. Там же смонтирована установка для получения пищевой фосфорной кислоты из технической фосфорной кислоты. Получают ее обработкой технической фосфорной кислоты сернистым натрием, при этом мышьяк и соли сульфиды тяжелых металлов выпадают в осадок и отфильтровываются, кислота очищается и приобретает качество пищевой.

Триполифосфат натрия образуется при прокаливании высушенной смеси моно- и динатрийфосфатов, полученной нейтрализацией фосфорной кислоты кальцинированной содой.

Процесс нейтрализации осуществляется по следующим реакциям до получения раствора с соотношением $5Na_2O:3P_2O_5$, т.е. с металлическим титром 1,667:



Суммарная реакция:



Практически для получения готового триполифосфата натрия металлический титр раствора поддерживается в пределах 1,695 – 1,705.

При переходе в более щелочную область в конечном продукте увеличивается содержание нежелательного $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$ (пирофосфата натрия), а при меньшей степени нейтрализации образуется нерастворимый метафосфат натрия (соль Мадрелла), существующий в двух модификациях: высокотемпературной - NaPO_3 II (300 - 400 °С) и низкотемпературной - NaPO_3 III (230 - 300 °С).

Присутствие соли Мадрелла затрудняет растворимость продукта, в то время как пирофосфат и триметафосфат понижают связывающую способность по отношению к ионам кальция и уменьшают, таким образом, возможности использования продукта.

Процесс нейтрализации осуществляется непрерывно при температуре 80 - 90 °С в две ступени в двух последовательно расположенных реакторах.

Необходимость проведения процесса в двух реакторах определяется скоростью растворения соды в образующемся растворе ортофосфатов - чем больше концентрация фосфатов и, соответственно, выше рН среды, тем меньше скорость растворения соды. Время полного протекания реакции до мольного соотношения моносодийных фосфатов к динатрийфосфатам 1:2 - 2 - 2,5 часа.

Реакции нейтрализации экзотермичны, однако, тепла реакции недостаточно, поэтому для поддержания температуры раствора в реакторах в заданных пределах в змеевики реакторов подается пар. Для лучшего ведения процесса нейтрализации раствор в реакторах перемешивается мешалками. Плотность нейтрализованного раствора должна быть в пределах 1,52 - 1,54 г/см³, рН раствора 6,56 - 6,65.

Готовый раствор поступает в паробоггреваемый сборник, откуда подается на фильтрацию для очистки от нерастворимых примесей. Отфильтрованный раствор с плотностью 1,52 - 1,54 г/см³ и температурой 80 - 90 °С насосами высокого давления под давлением 9 - 15 МПа подается в распылительный коллектор сушильной башни.

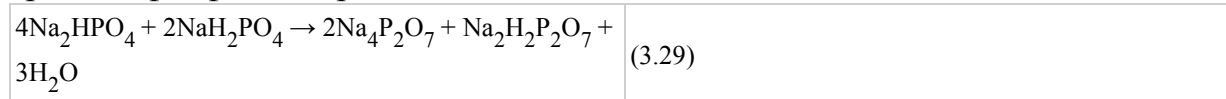
Сушка раствора ортофосфатов происходит в сушильной башне при температуре 300 - 480 °С. Раствор ортофосфатов под давлением разбрызгивается форсунками в потоке горячих газов, поступающих в верхнюю часть башни с температурой 450 - 580 °С. Высушенная смесь ортофосфатов натрия содержит до 1 % кристаллизационной воды и поступает на кальцинацию (прокалку). Дегидратация ортофосфатов натрия происходит с образованием триполифосфата натрия. Время пребывания смеси фосфатов в кальцинаторе составляет 70 - 90 минут.

Триполифосфат натрия получается нагреванием смеси ортофосфатов натрия, имеющей состав с соотношением $5\text{Na}_2\text{O}:3\text{P}_2\text{O}_5$, по реакции:



Образование триполифосфата натрия протекает в твердом состоянии, поэтому для достижения полноты реакции очень важно проведение быстрой сушки, не допускающей расслоения смеси исходных солей на Na_2HPO_4 и NaH_2PO_4 .

Предложено несколько механизмов дегидратации смеси при получении триполифосфата натрия:



На следующей стадии процесса тетра- и динатрий пирофосфаты реагируют в твердом состоянии с образованием триполифосфата:

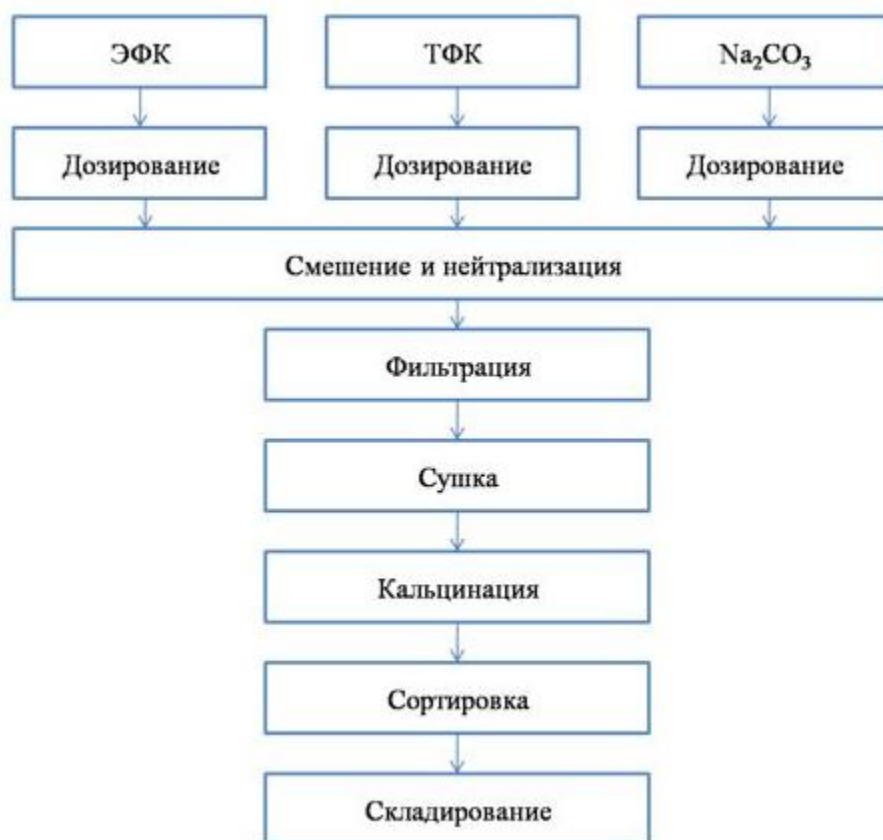
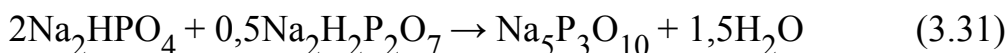
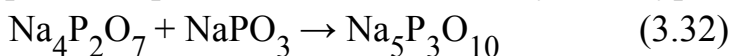


Рисунок 3.8. Принципиальная технологическая схема процесса получения триполифосфата натрия

Начальная реакция дегидратации заканчивается на более ранней стадии, она идет только до образования смеси Na_2HPO_4 и $\text{Na}_2\text{H}_2\text{P}_2\text{O}_7$, которая реагирует затем непосредственно по уравнению:



В присутствии аммиачной селитры при нагревании ортофосфатов натрия сначала протекает разложение обеих исходных солей с образованием пиро- и метафосфата натрия, которые затем взаимодействуют по уравнению:



Принципиальная технологическая схема получения триполифосфата натрия из смеси ЭФК и ТФК приведена на рисунке 3.8.

Таблица 3.4. Содержание триполифосфата натрия в продукте (%) при различных температурах нагревания в течение 150 мин с добавками 1 % NH_4NO_3 и без него

№ п/п	Температура, °С	300	350	400	450	500	550	580
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Содержание $\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$, %: без добавки	60,8	66,1	74,2	76,5	78,2	85,8	93,1
2	Содержание $\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$, %: с добавкой	85,3	98,1	82,7	83,2	82,7	98,3	-

Температура образования триполифосфата натрия находится в очень широких пределах - 250 - 600 °С (таблица 3.4).

При проведении испытания процесса кальцинации на режимах температур до 615 °С было установлено:

ниже 170 °С весь P_2O_5 находится в форме ортофосфатов при длительности выдержки в несколько дней;

от 175 до 250 °С при последующем охлаждении половина ортофосфатов находится в кристаллической форме, при продолжительной выдержке наблюдается полное превращение;

при температуре близкой к 200 °С начинается образование тетрапирофосфата, что обеспечивает переход в течение нескольких минут;

в интервале температур 350 - 400 °С большая часть триполифосфата находится в форме II;

при подогреве смеси в среде, имеющей температуру в интервале от 450 до 615 °С, с последующим охлаждением установлено, что в интервале 450 - 500 °С происходит быстрое превращение формы II в форму I. Обычно это превращение до конца не доходит, содержание формы II составляет 5 - 30 %.

Основным фактором, обеспечивающим получение триполифосфата натрия с минимальным содержанием формы I, является температура кальцинации исходной смеси фосфатов натрия, которую держат практически в пределах 350 - 400 °С.

Кроме того, имеет место тот факт, что образование I формы при низких температурах зависит от размера частиц, и что форма I образуется тем быстрее, чем крупнее частицы исходного ортофосфатного материала. Когда продукт находится в

тонко измельченном состоянии, переход формы I в форму II протекает очень медленно, поэтому вся форма I в случае образования при дегидратации смеси ортофосфатов остается в охлажденном продукте почти без изменения.

Кальцинация происходит за счет тепла газов, образующихся при сгорании природного газа. Газы в кальцинатор поступают с температурой 500 - 580 °С и выходят с температурой 240 - 300 °С. Для равномерной прокалики фосфатам в кальцинаторе с помощью скребков и вращающейся карусели придается направленное движение между тарелями. Для выравнивания температурного поля внутри кальцинатора производится перемешивание потоков теплоносителя с помощью вращающейся турбины. Триполифосфат натрия выходит из кальцинатора с температурой 260 - 320 °С и, пройдя систему шнеков и узел дробления, транспортируется на склад готового продукта по трубопроводу посредством сжатого воздуха.

Качество готового триполифосфата натрия зависит от многих факторов:

снижение металлического титра раствора ниже 1,68 ведет к снижению рН и повышению не растворимых в воде веществ в триполифосфате натрия за счет образования солей Мадрелла $(\text{NaPO}_3)_n$;

повышение металлического титра выше 1,70 ведет к снижению P_2O_5 в готовом продукте;

недостаточная температура кальцинации (недокал) ведет к снижению содержания триполифосфата натрия, снижению рН;

слишком высокая температура кальцинации (перекал) ведет к повышению содержания I формы и повышению рН готового триполифосфата натрия;

недостаток добавки нитрата аммония ведет к уменьшению содержания триполифосфата натрия, увеличению рН, увеличению содержания I формы, появлению серого оттенка готового продукта;

недостаточно чистый раствор фосфатов после фильтрации ведет к повышению содержания нерастворимых веществ в готовом продукте;

завышенное содержание марганца в исходной кислоте (более 0,003 %) приводит к появлению кремового или розоватого оттенка готового продукта;

чем меньше гранулы высушенных фосфатов, тем лучше идет процесс кальцинации;

заниженное содержание кислорода в газовой смеси может привести к неполному сгоранию газа и появлению серого оттенка в готовом продукте.

3.1.5. Производство гексаметафосфата натрия

В 2012 году на заводе ТОО "НДФЗ" введено в эксплуатацию новое производство гексаметафосфата натрия мощностью 5 тысяч тонн/год.

Проектная мощность 4000 тонн в год. Производство состоит из одной технологической нитки.

Метод получения полифосфата (гексаметафосфата) натрия основан на нейтрализации едкого натра или раствора динатрийфосфата фосфорной кислотой с последующей сушкой нейтрализованного раствора и плавкой сухих солей. Категория производства – первая [22].

Полифосфат натрия производят посредством термической дегидратации раствора мононатрий фосфата в плавильной печи.

Раствор фосфатов натрия готовят посредством нейтрализации ортофосфорной кислоты кальцинированной содой. Раствор корректируется посредством добавки кислоты или раствора с высоким титром в реактор для получения окончательного отношения Na / P или металлического титра МТ (мольное отношение $\text{Na}_2\text{O} / \text{P}_2\text{O}_5$) 1,002 - 1,007.

Процесс нейтрализации осуществляется периодически при температуре 85 - 95 °С в двух реакторах.

Реакции нейтрализации экзотермичны, но тепла реакции недостаточно, поэтому для поддержания температуры раствора в заданных пределах во избежание его кристаллизации в змеевики реакторов подается пар. Для лучшего ведения процесса нейтрализации раствор в реакторах перемешивается мешалками. Плотность нейтрализованного раствора должна быть в пределах 1580 - 1640 кг/м³.

Нейтрализованный раствор дозируют насосами в торцевую часть плавильной печи. Термическая дегидратация и конденсация фосфатов натрия в полифосфат происходит в ванне печи непрерывно. Раствор в печь подается противотоком продуктам сгорания природного газа. В передней части печи установлена автоматическая газовая горелка АРН 45.

Расплав, который образовался при температуре 650 – 700 °С направляется на поверхности охлаждающих цилиндров, где быстро остывает. Образовавшийся стекловидный чешуйчатый материал передается по винтовому конвейеру на дробилку. Дробленый продукт шнеком подается на вибросито, где отсеивается крупная фракция. Мелкий годный продукт поступает в бункер. Молотый продукт фасуют в полипропиленовые мешки по 25 кг, которые устанавливают на поддон и хранят на складе готовой продукции. Принципиальная схема процесса получения гексаметафосфата натрия представлена на рисунке 3.12.

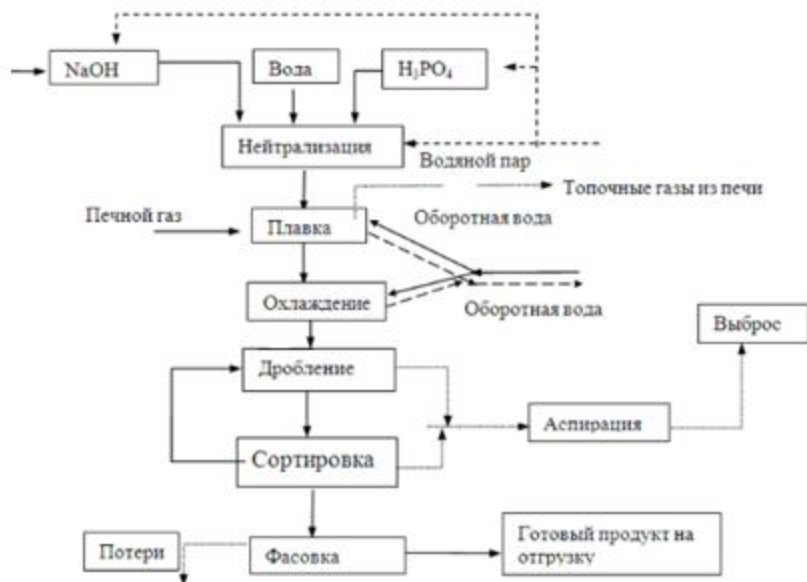


Рисунок 3.9. Технологическая схема получения гексаметафосфата натрия с использованием едкого натра и печных газов производства желтого фосфора

Качество готового полифосфата натрия зависит от следующих факторов:

- снижение металлического титра раствора ниже 1,002 ведет к снижению рН раствора полифосфата натрия, увеличению длины цепи полимера;
- повышение металлического титра ведет к снижению P_2O_5 в готовом продукте, повышению рН раствора полифосфата натрия, снижению длины цепи полимера;
- недостаточная температура расплава ведет к удлинению длины цепи полифосфата натрия, повышению содержания не растворимых примесей в продукте;
- слишком высокая температура расплава ведет к повышению рН готового полифосфата натрия, снижению длины цепи полимера. Материальные потоки приведены в таблице 3.5 и 3.6.

Таблица 3.5. Материальные потоки на 1 тонну полифосфата натрия

№ п/п	Наименование потока	Качественная характеристика
1	2	3
1	Сода каустическая на выгрузку	массовая доля NaOH - 46 %
2	Сода каустическая в реактор	массовая доля NaOH - 46 %, t = 50 °C
3	Фосфорная кислота в реактор	массовая доля H_3PO_4 - 75 %, t = 50 °C
4	Промвода в реактор	$\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$, t = 50 °C
5	Нейтрализованный раствор в печь	масс. доля фосфатов 50 %, t = 80 - 90 °C, МТ = 0,995 - 1,005; 1,200 - 1,220, $\rho = 1580 - 1640 \text{ кг/м}^3$
6	Расплав фосфатов из печи	t = 600 - 700 °C
7	Охлажденный полифосфат натрия	Чешуистый продукт, t = 40 - 50 °C

8	Полифосфат натрия дробленый на сортировку	масс. доля частиц размером >2 мм макс. 0,15 %, масс. доля частиц размером 1÷2 мм макс. 0,4 %
9	Возврат продукта на дробление	масс. доля частиц размером <1 мм макс. 1 %
10	Полифосфат натрия на фасовку	t < 40 °С, качество продукта по требованию
11	Готовый продукт на отгрузку	качество продукта по требованию
12	Природный газ	p = 730 кг/м ³ , уд. теплота сгор. q = 8500 ккал/м ³
13	Оборотная вода на входе в цех	t < 28 °С
14	Оборотная вода на выходе из цеха	t < 45 °С, 7 > рН > 5
15	Водяной пар на входе в цех	t = 140 - 150 °С, P = 300 - 400 кПа
16	Аспирационный воздух на очистку	пыль полифосфата
17	Потери в атмосферу	пыль полифосфата, 0,03 г/с
18	Механические потери	просыпи полифосфата натрия

Таблица 3.6. Материальные потоки на 1 тонну гексаметафосфата натрия

№ п/п	Наименование потока	Качественная характеристика	К-во, кг/ч
1	2	3	4
1	Раствор фосфатов в реактор	МТ=1,200±0,050, p=1550 ±10 кг/м ³ , t = 80 °С	
2	Фосфорная кислота в реактор	массовая доля Н ₃ РO ₄ - 73 %, t = 50 °С	
3	Промвода в реактор	p = 1000 кг/м ³ , t = 50 °С	
4	Нейтрализованный раствор в печь	масс. доля фосфатов 50 % , t = 80 - 90 °С, МТ = 0,995 - 1,005; 1,200 - 1,220, p = 1580 - 1640 кг/м ³	1177,6
5	Расплав фосфатов из печи	t = 600 - 700 °С	500,5
6	Охлажденный полифосфат натрия	Чешуистый продукт, t = 40 - 50 °С	500,5
7	Дробленый продукт на сортировку	масс. доля частиц размером >2 мм макс. 0,15 %, масс. доля частиц размером 1÷2 мм макс. 0,4 %	500,5
8	Возврат продукта на дробление	масс. доля частиц размером <1 мм макс. 1 %	2,5
9	Полифосфат натрия на фасовку	t < 40 °С, качество продукта по требованию	

10	Готовый продукт на отгрузку	качество продукта по требованию	
11	Природный газ	$\rho = 730 \text{ кг/м}^3$, уд. теплота сгор. $q = 8500 \text{ ккал/м}^3$	
12	Оборотная вода на входе в цех	$t < 28 \text{ }^\circ\text{C}$	
13	Оборотная вода на выходе из цеха	$t < 45 \text{ }^\circ\text{C}$, $7 > \text{pH} > 5$	
14	Водяной пар на входе в цех	$t = 140 - 150 \text{ }^\circ\text{C}$, $P = 300 - 400 \text{ кПа}$	
15	Аспирационный воздух на очистку	пыль полифосфата	
16	Потери в атмосферу	пыль полифосфата, $0,03 \text{ г/с}$	0,1
17	Механические потери	просьпы полифосфата натрия	0,4

3.1.6. Выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух

Источником выбросов загрязняющих веществ являются следующие технологические процессы:

- подготовка, обработка и хранение сырьевых материалов;
- термические реакции получения готового продукта;
- упаковка, расфасовка и подготовка к отгрузке готовой продукции.

Для защиты воздушной среды от технологических и аспирационных выбросов применяются следующие меры:

герметизация и уплотнение стыков и соединений на технологическом оборудовании и трубопроводах для предотвращения утечек вредных веществ;

очистка технологических газов и аспирационного воздуха в современных высокоэффективных пылегазоулавливающих аппаратах;

аспирация мест пылеобразования;

непрерывность процесса производства;

сигнализация и блокировка процессов производства, предотвращающих аварийные ситуации.

Образующиеся выбросы пыли, на всех стадиях технологического процесса (дымовые газы сушильных барабанов, дымовые газы от агломерационных машин, аспирационный воздух цеха агломерации, аспирационный воздух отделения грохочения, аспирационный воздух от перегрузочных узлов, конвейеров, смесителей и дозаторов), уловленные с использованием "сухих" (циклоны, рукавные фильтры, электрофильтры) и "мокрых" (скрубберы, абсорберы, ротоклон, мокрые пылеуловители КЦМП) методов, направляются обратно в технологический цикл.

В таблице 3.7 представлены выбросы маркерных загрязняющих веществ, которыми определены фторсодержащие газы, сернистый ангидрид выбросы пыли. Для очистки

отходящих газов от фтора перед выбросом в атмосферу предусмотрены абсорбционные системы.

Таблица 3.7. Выбросы маркерных загрязняющих веществ

№ п/п	Наименование производства	Наименование маркерного ЗВ	Концентрация выбросов, мг/Нм ³		Примечание
			Макс.	Мин.	
1	2	3	4	5	6
1	Производство желтого фосфора	СО*	85	68	Направляется на агломерацию фосфоритной мелочи, производство ТПФН
2	Производство термической ортофосфорной кислоты	P ₂ O ₅	235,235	205,193	Используется очистка отходящих газов с использованием электрофильтров
3	Производство пищевой ортофосфорной кислоты	H ₂ S	14,876	10,315	Очистка отходящих газов с использованием абсорбера
4	Производство триполифосфата натрия	SiO ₂ <20 %	1342,549	1294,56	Применение "сухих" и "мокрых" методов очистки
5	Производство фосфорной-калийных удобрений	P ₂ O ₅	75,57	64,82	
		PH ₃	50	45	

*- Содержание оксид углерода в печном газе определяется в объемной доле (%).

Концентрация фосфина (PH₃) по технологическим процессам приведена на рисунке 3.10.

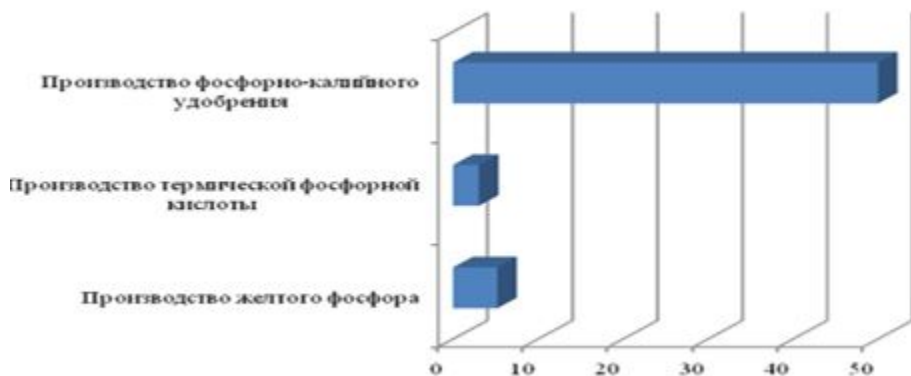


Рисунок 3.10. Концентрация фосфина (PH₃) по технологическим процессам

4	ДиФосфорпентаоксид (Фосфор(V) оксид, Фосфорный ангидрид)	179,7	Устанавливается индивидуально по каждому источнику	Устанавливается индивидуально по каждому источнику	Периодические	Один раз в месяц	Фотоколориметрический
5	Пыль неорганическая, содержащая двуокись кремния в %: менее 20	668,1	Устанавливается индивидуально по каждому источнику	Устанавливается индивидуально по каждому источнику	Периодические	Один раз в месяц	Весовой
6	Углерод оксид (Окись углерода, Угарный газ)	154,4	Устанавливается индивидуально по каждому источнику	Устанавливается индивидуально по каждому источнику	Периодические	Один раз в месяц	Электрохимический, оптический

Таблица 3.10. Выбросы в атмосферу производства ТФК

№ п/п	Наименование выброса	Количество выброса, г/с	Допустимое кол-во нормируемых компонентов ВВ, сбрасываемых в атмосферу, тонн/год
1	2	3	4
1	Сероводород, H ₂ S	0,05	1,035

Таблица 3.11. Нормы образования отходов производства на 1 тонну ортофосфорной кислоты пищевой, 100 % H₃PO₄

№ п/п	Наименование отхода, характеристика, состав, аппарат или стадия образования	Направление использования, метод очистки или уничтожения	Нормы образования, кг
1	2	3	4
1	Сероводород, образуется при обработке кислоты раствором сернистого натрия.	После очистки в абсорбере отходящие газы выбрасываются в атмосферу	0,02

Таблица 3.12. Ежегодные нормы образования отходов производства на 1 тонну готового продукта – триполифосфата натрия

№ п/п	Наименование отхода, характеристика, состав, стадия образования.	Направление использования, метод очистки или уничтожения	Норма образования отходов
1	2	3	4
1			

1	Углекислый газ (CO ₂), образуется при нейтрализации фосфорной кислоты кальцинированной содой	После очистки в абсорбере выбрасываются в атмосферу	312
2	Твердые отходы. Осадок с фильтров, содержит фосфаты железа, кальция, магния, кизельгур, до 35 % воды, образуется при фильтрации нейтрализованного раствора	не используется, откачивается в гранбассейн	21,7
3	Отходы жидкие		отсут.

Таблица 3.13. Выбросы в атмосферу производства ТПФН

№ п/п	Наименование	Количество, г/с	Допустимое кол-во нормируемых компонентов ВВ, сбрасываемых в атмосферу от одного источника, тонн/год
1	2	3	4
1	Отделение нейтрализации		
1.1	отработанный воздух из циклофильтра (пыль соды)	0,2	0,54
1.2	аспирационный воздух от нейтрализаторов (пыль соды)	1,232	15,84
2	Отделение сушки и прокалки		
2.1	отх. газы от суш. башни из абсорбера (пыль фосфатов)	11,8	303,2
2.2	отх. газы от суш. башни из абсорбера (окислы азота)	19,4	498,8672
2.3	отх. газы от суш. башни из абсорбера (окись углерода)	2,1	51,6867

Таблица 3.14. Выбросы в атмосферу производства ГМФН

№ п/п	Наименование выброса, отделение, аппарат, диаметр и высота выброса	Периодичность	Наименование ВВ	Допустимое кол-во нормируемых компонентов ВВ, сбрасываемых в атмосферу от

1	2	3	4	5
1	Водяной пар от реакторов	непрерывно	пары фосфорной кислоты	-
2	Отходящие газы от плавильной печи	при работе технолог. нитки	пыль фосфатов	-
3	Окислы азота	при работе технолог. нитки	Окислы азота	5,97605*
4	Окись углерода	при работе технолог. нитки	Окись углерода	27,7747
5	Аспирационный воздух из фильтра	при работе технолог. нитки	пыль фосфатов	122,6647
*Примечание:		Оксид азота – 0,835613 тонн/год. Диоксид азота – 5,140454 тонн/год		

Таблица 3.15. Характеристика выбросов загрязняющих веществ при производстве желтого фосфора после очистки

№ п/п	Наименование загрязняющих веществ	Применяемая технология	Метод очистки, повторного использования	Объем и (или) масса выбросов ЗВ после очистки в расчете на тонну продукции, кг/тонну	Примечание	
					Источники выброса/ стадия процесса	Метод определения загрязняющих веществ
1	2	3	4	5	6	7
1	P ₂ O ₅	Возгонка фосфора, выпуск шлака	Электро-фильтры, 2-ступенчатая конденсация, пенные аппараты стабилизированного слоя	1,4978	Печные трубы, дефлекторы аспирационных систем	Фотоколориметрический
2	CO			1,287		Фотоколориметрический
3	SO ₂			0,4519		Фотоколориметрический
4	PH ₃			0,0772		Фотоколориметрический
5	SiO ₂ <20 %	Подготовка шихты, загрузка сырья,	Пылеулавливающее оборудование (циклоны, рукавные фильтры)	5,5678		

Таблица 3.16. Характеристика выбросов загрязняющих веществ после очистки

№ п/п	Наименование загрязняющих веществ	Применяемая технология	Метод очистки,	Объем и (или) масса выбросов ЗВ после очистки в расчете на	Примечание	
					Источники выброса/	Метод

			повторного использовани я	тонну продукции, кг /т	стадия процесса	определения загрязняющих веществ
1	2	3	4	5	6	7
1	P ₂ O ₅	Производство фосфорной-ка лийных	Применение " сухих" и " мокрых" методов очистки	3,7726	Труба	Фотоколорим етрический
2	РН ₃	удобрений		1,8351		
3	Na ₅ P ₃ O ₁₀	Производство триполифосф ата натрия		5,4006		Весовой

Удельные выбросы маркерных загрязняющих веществ приведены в таблице 3.17.

Таблица 3.17. Удельные выбросы маркерных загрязняющих веществ по предприятию ТОО "НДФЗ"

№ п/п	Наименование загрязняющего вещества	Удельные выбросы маркерных веществ, кг/тонн продукции		
		Производство желтого фосфора	Производство триполифосфата натрия	Производство фосфорно-калийног о удобрения

1	2	3	4	5
1	Пыль неорганическая, содержащая двуокись кремния в %: менее 20 (доломит, пыль цементного производства - известняк, мел, огарки, сырьевая смесь, пыль вращающихся печей , боксит)	5,5678283	-	-
2	Серы диоксид	0,4518833	-	-
3	Дифосфорпентаоксид (Фосфор(V) оксид, Фосфорный ангидрид)	1,497757	-	3,77257
4	Фосфин (Водород фосфористый)	0,07721	-	1,83507
5	Оксид углерода	1,287		
6	пентаНатрийтрифос фат (пыль натрия триполифосфата)	-	5,4006138	-

Валовые выбросы маркерных загрязняющих веществ представлены в таблице 3.18.

Таблица 3.18. Валовые выбросы маркерных загрязняющих веществ по предприятию ТОО "НДФЗ"

--	--	--	--	--

№ п/п	Наименование загрязняющего вещества	Годовая масса загрязняющего вещества, тонн/год		
		Производство желтого фосфора	Производство триполифосфата натрия	Производство фосфорно-калийного удобрения
1	2	3	4	5
1	Пыль неорганическая, содержащая двуокись кремния в %: менее 20	668,1394	-	-
2	ДиФосфорпентаоксид (Фосфор(V) оксид, Фосфорный ангидрид)	179,7308	-	21,73
3	Фосфин (Водород фосфористый)	9,2652	-	10,57
4	пентаНатрийтрифосфат (пфль натрия триполифосфата)	-	648,0736582	-
5	диоксид серы	54,226		
6	оксид углерода	154,44		

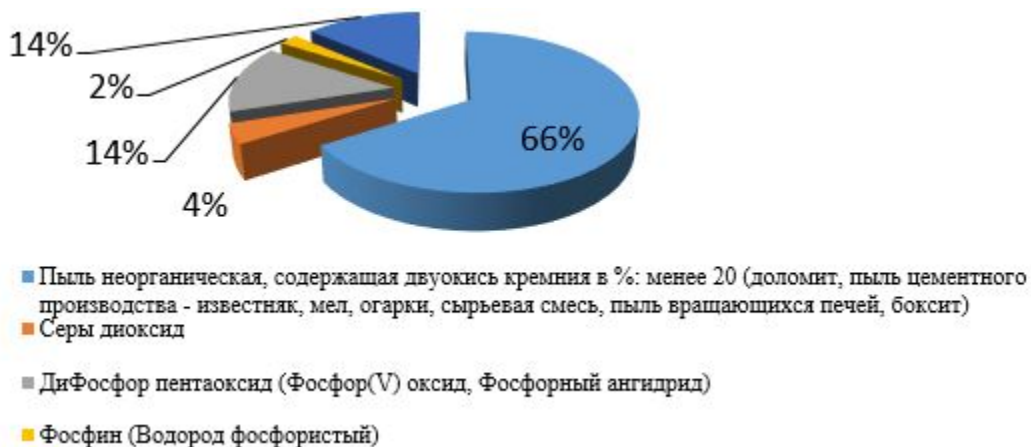


Рисунок 3.11. Валовые выбросы маркерных загрязняющих веществ, тонн в год по предприятию ТОО"НДФЗ"

Как видно из указанной структуры выбросов загрязняющих веществ (Рисунок 3.11) основной процент выбросов составляет пыль.

Газоочистное оборудование, используемое на предприятии - циклоны ЦН- 15, рукавный фильтр РФГ-VMC, рукавные фильтры типа СМЦ, пылеуловитель ВЗП, мокрый пылеуловитель КЦМП, электрофильтры типа УГ- 115 и УГ- 230, скрубберы, ротоклон, рукавные фильтры ФРКДИ- 1100, рукавные фильтры типа ФРКИ- 360, аппараты ПАСС, циклонная установка, электрофильтры ГПФ- 22 - 9, циклофильтр, аппарат ИТПН с РПН, абсорбер, плоскорукавные фильтры "Neederman" и "Rivaritex". Внедрено вторичное использование отходящих газов - система утилизации печного

газа. Газовая фаза, образующаяся в фосфорной печи, содержит значительное количество пыли (так называемая пыль Коттрелла), которая удаляется через электрофильтр.

Планом природоохранных мероприятий по охране окружающей среды на 2015 – 2024 годы предусматриваются реконструкция пылегазоочистной установки, предназначенной для улавливания пыли после сушильных барабанов; приобретение очистного оборудования после сушильных барабанов и печей ФС.

Выбросы в атмосферу

а) дымовые газы агломерационных машин:

дымовые газы агломашин перед выбросом в атмосферу подвергаются очистке от пыли и химических загрязнений последовательно в групповых циклонах и полых скрубберах, орошаемых содовым раствором;

уловленная в циклонах пыль пневмотранспортом (эжектированием) возвращается в процесс агломерации через конвейер, а при неработающем пневмотранспорте вывозится на склад сырья автотранспортом;

б) аспирационный воздух цеха агломерации:

аспирационный воздух подвергается очистке от пыли в электрофильтрах. Уловленная пыль пневмотранспортом транспортируется в отделение первичного смешивания или в шихтовальное отделение в силос и возвращается в процесс агломерации. При неработающем пневмотранспорте уловленная пыль вывозится на склад сырья автотранспортом;

в) аспирационный воздух отделения грохочения:

аспирационный воздух подвергается очистке в электрофильтрах типа УГЭ- 3 - 115 от пыли. Уловленная пыль пневмотранспортом подается в отделение первичного смешивания и возвращается в процесс, а при неработающем пневмотранспорте вывозится на склад сырья автотранспортом;

г) аспирационный воздух от перегрузочных узлов, конвейеров, смесителей и дозаторов подвергается очистке в мокрых фильтрах типа КЦМП.

Шламовые стоки от КЦМП шламопроводом перекачиваются в отделение гидро-обеспыливания.

Шлам возвращается через отделение первичного смешивания в производство.

Для уменьшения выбросов сырья и продукта *триполифосфата натрия* и защиты атмосферы воздуха от вредностей предусматриваются соответствующие системы газоочистки. Использование циклофильтров и аппарата встречно-закрученного потока (ВЗП) для очистки отработанного воздуха при перекачке соды и продукта. Абсорбционная очистка аспирационных газов, выходящих от нейтрализаторов.

Использование трехступенчатой очистки отходящих газов сушильной башни, состоящей из циклонов, инерционного аппарата с подвижной насадкой и абсорбера. Осадок от фильтров и отстой стоков от лаборатории в виде пульпы направляются в

гранбассейн. Стоки сброса конденсата парового обогревателя системы, отработанной воды направляются в ливневую канализацию.

Для уменьшения выбросов при производстве *гексаметафосфата натрия* и защиты атмосферы воздуха от вредностей предусматривается двухступенчатая система очистки аспирационного воздуха от узлов пересыпки и фасовки продукта – циклон и рукавный фильтр. Стоки от смыва полов и от лаборатории направляются в гранбассейн. Стоки сброса конденсата парового обогревателя системы направляются в ливневую канализацию.

Анализ представленных данных по существующим выбросам загрязняющих веществ в атмосферный воздух на предприятии, относящегося к приоритетным областям применения НДТ, позволяет сделать следующие выводы. На предприятии существует практика внедрения системы управления газоочистными сооружениями с возможностью их совершенствования и модернизации, автоматизированного управления, повышения эффективности очистки, основанная на анализе результатов контроля качества выбросов вредных веществ в атмосферный воздух. Образующиеся отходящие газы обрабатывают с применением технологических подходов, обеспечивающих извлечение веществ, содержащихся в отходящих газах, с последующим их возвращением в исходный технологический процесс или использованием в другом процессе в качестве сырья или энергоносителя, или их удаление в качестве загрязняющих веществ. За счет использования более современного оборудования одновременно снижаются и негативные воздействия на окружающую среду. Выбор технологических подходов, методов, мер и мероприятий, направленных на очистку выбросов от вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух, определяется составом и особенностями конкретных областей применения НДТ, рассмотренных ниже.

3.1.7. Сбросы загрязняющих веществ в воду и окружающую среду

Сброс сточных вод непосредственно в водные объекты не происходит, предусмотрена оборотная система водопотребления. Предусмотрена полная раздельная система канализаций. Промышленно-ливневая канализация разделена на 2 системы - чистую и с возможным загрязнением. Ливневые воды, с возможным загрязнением после проверки на загрязненность отводятся в накопитель сточных вод, где аккумулируются и в вегетационный период сбрасываются на сельскохозяйственные поля орошения. Условно-чистые стоки возвращаются на завод и используются для подпитки системы водоснабжения отделения нейтрализации цеха, а также для полива зеленых насаждений. Стоки от технологического оборудования (растворы, содержащие фтор, P_2 , O_5 и другие компоненты): производственные фосфорсодержащие стоки; вода повторного использования (стабилизированная); абсорбционные стоки, стоки от мытья полов, загрязненные производственные стоки от лабораторий проходят стадию нейтрализации. Очищенные сточные воды после нейтрализации и отделения осадка

повторно используются в водооборотных циклах цехов и вспомогательных производств.

Таблица 3.19. Концентрация загрязняющих веществ в сточных водах

№ п/п	Наименование параметра	Пруд-накопитель		Земледельческие поля орошения		Примечание
		Концентрация ЗВ, мг/дм ³				
		Макс.	Мин.	Макс.	Мин.	
1	2	3	4	5	6	7
1	Хлориды (по Cl)	149,774	99,225	296,916	293,671	Метод очистки: Станция биологической очистки, эффективность работы очистной установки 60–70 %
2	Сульфаты	143,357	120,442	375,286	340,184	
3	Нитраты (по NO ₃)	9,724	9,184	9,69	9,165	
4	Фториды	0,878	0,783	1,495	1,434	
5	Нитриты (по NO ₂)	0,467	0,374	0,679	0,182	
6	Полифосфаты (по PO ₄)	0,798	0,749	21,182	16,425	
7	Аммиак (по азоту)	1,202	0,923	1,235	0,976	
8	Нефтепродукты	-	-	0,347	0,041	
9	БПК	12,509	12,18	37,776	34,418	
10	ХПК	25,018	24,359	75,553	68,835	
11	СПАВ	1,395	1,254	0,001	0,001	
12	Взвешенные вещества	13,199	11,505	27,641	24,375	

Таблица 3.20. Удельные показатели загрязняющих веществ в сбросах сточных вод

№ п/п	Наименование параметра	Удельные показатели сбросов на тонну произведенной продукции, кг/т	
		Макс.	Мин.
1	2	3	4
1	Аммиак (по азоту)	0,0025	0,0010
2	БПК5	0,0471	0,0247
3	Взвешенные вещества	0,0373	0,0171
4	Нефтепродукты	0,0019	0,0002
5	Нитраты (по NO ₃)	0,0137	0,0072
6	Нитриты (по NO ₂)	0,0012	0,0004
7	Полифосфаты (PO ₄)	0,0025	0,0007
8	СПАВ	0,0000	0,0000
9	Сульфаты (по SO ₄)	0,5080	0,2676
10	Фториды	0,0025	0,0011

11	Хлориды (по Cl)	0,4162	0,2121
----	-----------------	--------	--------

Таблица 3.21. Нормы образования жидких отходов производства на 1 тонну товарного желтого фосфора

№ п/п	Наименование отходов, характеристика, состав, аппарат или стадия образования	Направление использования, очистки или утилизации	Нормы по проекту
1	2	3	4
1	<u>Жидкие</u> Котральное молоко - водная суспензия котральной пыли, уловленной в электрофилтре. Плотность котрального молока (1200–1260) кг/м ³ ((1,2–1,26) г/см ³).	Котральное молоко направляется на утилизацию в производстве агломерации.	0,6 м ³
2	Производственные фосфоросодержащие стоки	Направляются в цех очистки сточных вод. После очистки используются в производстве	1,98 м ³
3	Вода повторного использования (стабилизированная)	Направляются в цех очистки сточных вод. После очистки используются в производстве	1,51 м ³
4	Стоки ПАСС	Направляются в гранбассейн	0,2 м ³
5	Ш л а м фосфоросодержащий	Направляется на утилизацию в рудотермических печах в цех производства желтого фосфора	0,7 м ³

Таблица 3.22. Сточные воды производства ПФК

№ п/п	Наименование стока, отделение, аппарат	К у д а сбрасывается	Количество стоков, м ³ /сут	Периодичность	Характеристика сброса	
					Состав сброса	Допустимое количество сбрасываемых вредных веществ, кг/сут
1	2	3	4	5	6	7
1	Сборные стоки из емкости	Используются в производстве ПФК	1,0 - 1,4	По мере накопления	Водные кислые стоки, массовая доля фосфорной кислоты 5 - 10 %	160

Таблица 3.23. Сточные воды производства ТПФН

№ п/п	Наименование стока, отделение, аппарат	Куда сбрасывается	Кол-во стоков м ³ /сутки	Периодичность сброса	Характеристика сброса	
					Состав сброса мг/л	допускаемое количество (по компонентам) сбрасываемых вредных веществ кг/сутки
1	2	3	4	5	6	7
1	Шламовые стоки	Гранбассейн	13 - 14	1 раз в два дня	Осадок с фильтровальных установок, ортофосфаты, вода	7115
2	Содовый раствор с ловушки	Вливневую канализацию	0,5	1 раз в два дня	массовая доля соды, %, не более 10	0,5

Таблица 3.24. Сточные воды производства ГМФН

№ п/п	Наименование стока, отделение, аппарат	Куда сбрасывается	Кол-во стоков м ³ /сутки	Периодичность сброса	Характеристика сброса	Допускаемое количество (по компонентам) сбрасываемых вредных веществ кг/сутки
1	2	3	4	5	6	7
1	Шламовые стоки из приемка	Гранбассейн	1,3 – 1,4	2 раза в неделю	ортофосфаты, вода	37,5

Сточные воды предприятия характеризуются наличием фосфорных солей, солей сульфатов, сульфитов и фторидов. Так, шламовые стоки установок очистки дымовых газов от агломашии представляют собой отработанный содовый раствор, содержащий нормальные и кислые натриевые соли: фосфаты, сульфаты, сульфиты, фториды, а также остаточную соду и уловленную пыль. Стоки перекачиваются в грануляционные бассейны отделения грануляции шлака в количестве 144 м³ в сутки от каждой технологической линии.

Шламовые стоки от установки мокрой очистки вентиляционного воздуха цеха агломерации, шихтовального отделения и отделения первичного смешивания собираются в зумпфы соответствующих отделений, перекачиваются песковыми насосами в сборные пульпобаки, откуда самотечным шламопроводом направляются на центральную шламовую станцию.

Общее количество шламовых стоков около 208 м³/ч.

Содержание взвесей в стоках не более (3 - 6) кг/м³ (3000 - 6000 мг/л).

Твердая часть шлама возвращается в процесс, осветленная часть стоков возвращается на аспирацию.

ТОО "НДФЗ" имеет два источника водоснабжения:

забор поверхностных вод;

забор подземных вод.

На предприятии предусмотрена оборотная система водоснабжения. При этом на ТОО "НДФЗ" предусмотрена полная отдельная система канализации. Промышленно-ливневая канализация разделена на 2 системы - чистую и с возможным загрязнением.

Проектная эффективность работы очистных сооружений – 90 %.

Отделения очистки сточных вод доработки желтого фосфора

Сущность метода заключается в отстаивании фосфорсодержащих сточных вод от взвешенных частиц и фосфора, нейтрализации кислотности известковым молоком или раствором соды, и осаждении со шламом не осевшего при первичном отстое фосфора. Обработанная этим способом вода, содержащая фосфор и другие примеси в незначительных количествах направляется на повторное использование в технологическом процессе. Фосфорсодержащие шламы, образующиеся при первичном отстое, направляются в отделение отстоя и доработки желтого фосфора.

Известковые и содовые шламы, образующиеся при повторном отстое, направляются в шлакоотстойник пастообразных шламов, в дальнейшем утилизируются в рудотермических печах.

В состав отделения очистки сточных вод также входят:

склад извести с узлом приготовления известкового молока, емкость склада извести 75 т;

силосный склад соды емкостью 6000 м³;

узел приготовления содового раствора.

3.1.8. Отходы производства

Отходы, образующиеся при производстве фосфора и фосфорсодержащих соединений:

гранулированный шлак, образуется при производстве фосфора из фосфоритной шихты методом возгонки в рудотермических печах, с последующим размещением на шлакоотвале с возможностью использования в качестве сырья для цементного производства;

котельная пыль, образующийся в процессе производства желтого фосфора, используется для обогащения фосфоритного сырья, в качестве сырья для производства фосфорно-калийных удобрений;

водорастворимый комплекс сульфидов мышьяка и свинца, который образуется при производстве пищевой ортофосфорной кислоты, в дальнейшем утилизируется на рудотермических печах;

шлам известковой очистки фосфорсодержащих вод, образующийся на стадии доработки фосфора и нейтрализации, утилизируется на установке.

Таблица 3.25. Перечень отходов производства желтого фосфора

№ п/п	Наименование отхода	Метод очистки, повторного использования	Удельные показатели образования отходов на единицу произведенной продукции		Уровень опасности
			Макс.	Мин.	
1	2	3	4	5	6
1	Котрельная пыль	Переработка на собственных площадках	0,432	0,113	Янтарный
2	Водорастворимые комплексы сульфидов мышьяка и свинца	Переработка на собственных площадках	0,0009	0,0006	Янтарный
3	Шлам известковой очистки фосфорсодержащих вод	Переработка на собственных площадках	-	-	Зеленый
4	Гранулированный шлак	Реализация сторонним организациям согласно договору. Повторно используется в качестве компонентов шихты при производстве цемента.	10,0	9,0	Неклассифицированный
5	Феррофосфор	Реализация сторонним организациям согласно договору. Повторно используется в металлургической отрасли в качестве легирующих добавок.	0,127	0,118	Неопасный

6	Непрореагировавшие зерна извести	Размещение на собственном отвале ТБО	-	-	Зеленый
7	Солевые отходы	Размещение на собственном отвале ТБО	0,01	0,01	Зеленый
8	Промышленный мусор	Размещение на шламонакопительях №1 и 2 филиала ТОО "НДФЗ"	0,008	0,002	Янтарный

Таблица 3.26. Нормы образования твердых отходов производства на 1 тонну товарного желтого фосфора

№ п/п	Наименование отходов, характеристика, состав, аппарат или стадия образования	Направление использования, очистки или утилизации	Нормы по проекту
1	2	3	4
1	Шлак гранулированный, образуемый грануляцией огненно-жидкого шлака	Используется в производстве строительных материалов	9,5 тонн
2	Феррофосфор (образуется в печи при возгонке фосфора). Представляет собой соединение железа с P ₄	Используется в металлургической промышленности в качестве легирующих добавок	0,118 – 0,126 тонн
3	Котрельная пыль, осаждается в эл. фильтрах из печного газа	Используется для приготовления котрельного молока	0,221 тонн
4	Отсев агломерата	Направляется в цех агломерации	-
5	Отсев кварцита	Направляется в цех агломерации	-
6	Отсев кокса	Направляется в цех агломерации	-

Таблица 3.27. Твердые отходы производства ПФК

№ п/п	Наименование отхода, отделение, аппарат	Куда складывается, транспортируется	Количество отходов, кг/сут	Периодичность образования	Характеристика сброса	
					Химический состав %, (масс.)	Плотность кг/м ³
1	2	3	4	5	6	7
1	Осадок с фильтра	Утилизируются в	71,064	По мере накопления	Сернистые соединения общ. – 30 %, в т. ч. As ₂ S ₃ –	1800–1850

		рудотермических печах			25,1 %, PbS – 4,4 %, S – 0,25 %	
--	--	-----------------------	--	--	---------------------------------	--

Таблица 3.28. Твердые отходы производства ТПФН

№ п/п	Наименование отходов, характеристика, состав, аппарат или стадия образования	Направление использования, очистки или утилизации	Нормы по проекту	Периодичность образования	Характеристика сброса	
					Химический состав, % (масс.)	плотность кг/м ³
1	2	3	4	5	6	7
1	Осадок с фильтров	Транспортируется по трубопроводу в виде пульпы в гранбассейн	7115	По мере накопления	ортофосфаты не более 15, вода - 50 - 55	1500 - 1550

Твердые отходы в производстве ГМФН отсутствуют.

Таблица 3.29. Объем образования отходов по предприятию ТОО "НДФЗ"

№ п/п	Наименование отхода	Объем образования, тонн	
		Макс.	Мин.
1	2	3	4
1	Огарки сварочных электродов	4,969	0,332
2	Строительные отходы	392,5	264,19
3	Осадок от канализационных сооружений	3,58	2,87
4	Солевые отходы	8,96	6,863
5	Отработанные люминесцентные лампы	0,0002	0,0001
6	Батареи свинцовых аккумуляторов, целые или разломанные	2,913	0,0001
7	Отработанные масла	15,0	0,0001
8	Отработанные пневматические автошины	14,374	1,585
9	Твердые бытовые отходы	1257,625	455,367
10	Котельная пыль	22459,567	11494,21
11	Промышленный мусор	130,58	94,9
12	Феррофосфор	12698,5	6492,9
13	Водонерастворимые комплексы сульфидов мышьяка и свинца	5,736	3,139
14	Гранулированный шлак	965456,5	494095

3.1.9. Потребление топливно-энергетических ресурсов

Производство желтого фосфора

Фактическое удельное потребление основных видов сырья, материалов и энергоресурсов при производстве желтого фосфора представлено в таблице 3.30. Для сравнения представлены нормы расхода сырья, материалов и энергоресурсов (научно обоснованные и плановые) при производстве желтого фосфора.

Таблица 3.30. Нормы расхода сырья, материалов и энергоресурсов в производстве желтого фосфора

№ п/п	Наименование сырья и материалов	Ед. изм.	Научно обоснованные нормы расхода	Фактические удельные расходы за 2019г.	Плановые нормы расхода на 2019г.
1	2	3	4	5	6
1	Агломерат	тонн/тонн	11,76	11,550	11,55
2	Кварцит	тонн/тонн	0,86	0,8865	0,850
3	Кокс всего		1,330	1,5146	1,1288
4	Электродная масса	тонн/тонн	0,07	0,036	0,037
5	Ремонтная масса	тонн/тонн	0,005	0,009	0,009
6	С о д а кальцинированная	тонн/тонн	0,002	0,002	0,002
7	Содовый раствор	тонн/тонн	0,0131	0,0131	0,0131
8	Производственные фосфоросодержащие стоки (печной цех)	м ³ /тонн	7,8	1,98	1,98
9	В ы х о д гранулированного шлака	тонн/тонн	9,5	9,5	9,5
10	В ы х о д феррофосфора	тонн/тонн	0,09	0,126	0,122
11	Стабилизированные стоки	м ³ /тонн	2,16	1,51	1,51
	Топливо-энергетические ресурсы				
12	Электроэнергия: всего	кВтч/тонн	16000	15405,25	15405,25
13	Кислород, при работе 1 печи	м ³ /мес.		6569,00	7000,0
14	Азот, при работе 1 печи	м ³ /мес.		1728000,0	1728000,0

15	Воздух сжатый	Нм ³ /тонн	200,0	288,0	288,0
16	Воздух КИПиА	м ³ /мес.		134000,0	134000,0
17	Оборотная вода на 1 печь зима/лето	м ³ /мес.		1307760,5	1307760,5
18	Тепловая энергия итого	Гкал/тонн		1,3330	1,333

Фактическое удельное потребление основных видов сырья, материалов и энергоресурсов при производстве фосфоритного агломерата представлено в таблице 3.31. Для сравнения представлены нормы расхода сырья, материалов и энергоресурсов (научно обоснованные и плановые) при производстве фосфоритного агломерата.

Таблица 3.31. Нормы расхода сырья, материалов и энергоресурсов в производстве фосфоритного агломерата

№ п/п	Наименование сырья и материалов	Ед. изм.	Научно обоснованные нормы расхода	Фактические удельные расходы за 2019г.	Плановые нормы расхода на 2019г.
1	2	3	4	5	6
1	Сырье фосфатное дробленое Каратау, 21,0 % P ₂ O ₅	тонн/тонн	1,05	1,10000	1,10000
2	Итого мелочь кокса	тонн/тонн		0,13069	0,10835
3	Сода кальцинированная	тонн/тонн	0,003	0,003	0,003
4	Содовый раствор	тонн/тонн	0,0197	0,0197	0,0197
	Топливо-энергетические ресурсы:				
5	Электроэнергия на технологию	кВтч/тонн	100,0	120,5	109,0
6	Электроэнергия на СУПГ	кВтч/мес.		40000,0	40000,0
7	Расход природного газа в смеси с печным, итого	кгу.т.		15,515	16,350
7.1	в т. ч. расход природного газа	кгу.т.		6,536	3,100
7.2	в т. ч. расход печного газа	кгу.т.		8,979	13,250

8	Азот на 1 продувку СУПГ	Нм ³		70,0	70,0
9	Воздух сжатый	Нм ³ /тонн	8,0	22,000	22,000
10	Воздух КИПиА	м ³ /мес.		152300	152300
11	Итого оборота вода	м ³ /тонн	10,0	6,3457	6,3450
12	Итого тепловая энергия	Гкал/тонн	0,013	0,0101	0,0062
12.1	Тепло зимний период	Гкал/тонн	0,008	0,0120	0,012
12.2	Тепло летний период	Гкал/тонн	0,008	0,0004	0,0004
12.3	Тепло СУПГ	Гкал/тонн		0,0050	0,005

Производство термической фосфорной кислоты (Н₃Р₀₄)

Фактическое удельное потребление основных видов сырья, материалов и энергоресурсов при производстве ортофосфорной кислоты представлено в таблице 3.32. Для сравнения представлены нормы расхода сырья, материалов и энергоресурсов (научно обоснованные и плановые) при производстве ортофосфорной кислоты.

Таблица 3.32. Производство термической ортофосфорной кислоты

№ п/п	Наименование сырья и материалов	Ед. изм.	Научно обоснованные нормы расхода	Фактические удельные расходы за 10 месяцев 2019г.	Плановые нормы расхода на 2019г.
1	2	3	4	5	6
Кислота ортофосфорная термическая техническая					
1	Фосфор желтый, не менее 99 % Р ₄	тонн/тонн	0,327	0,33	0,33
2	Фосфорсодержащие стоки (ТФК)	м ³ /тонн	0,9	0,9	0,9
3	Сода каустическая	тонн/тонн	0,0008	0,0008	0,0008
	Топливо-энергетические ресурсы				
4	Электроэнергия на технологию	кВтч/тонн		98,0	98,0
5	Воздух сжатый	м ³ /тонн	183,0	337,00	337,0
6	Воздух КИПиА	м ³ /мес.		40920,0	40920,0
7	Азот	м ³ /мес.		33350,0	33350,0
8	Тепло зимний период	Гкал/мес.		534,00	534,0

9	Тепло летний период	Гкал/мес.		344,0	344,0
10	Вода оборотная	м ³ /тонн	215,0	230,0	230,0
Кислота ортофосфорная термическая (пищевая)					
11	Кислота ортофосфорная, 100 % H ₃ PO ₄	кг/тонн	1000,0	1000,0	1000,0
12	Натрий сернистый, Na ₂ S 67 %	кг/тонн	3,080	0,499	1,000
13	С о д а кальцинированная, 100 % Na ₂ CO ₃	кг/тонн		0,0491	0,0490
14	Т к а н ь фильтровальная GS 30915	компл./ год	2	2	2
Топливо-энергетические ресурсы					
15	Сжатый воздух	Нм ³ /тонн		30,0	30,0
16	Тепловая энергия	Гкал/тонн	0,07	0,0697	0,0696
17	Электроэнергия на технологию	кВтч/тонн	52,0	52,0	52,0

Производство триполифосфата натрия (ТПФН)

Фактическое удельное потребление основных видов сырья, материалов и энергоресурсов при производстве триполифосфата натрия представлено в таблице 3.33. Для сравнения представлены нормы расхода сырья, материалов и энергоресурсов (научно обоснованные и плановые) при производстве триполифосфата натрия.

Таблица 3.33. Нормы расхода сырья, материалов и энергоресурсов при производстве триполифосфата натрия, Высший сорт

№ п/п	Наименование сырья и материалов	Ед. изм.	Научно обоснованные нормы расхода	Фактические удельные расходы за 2019г.	Плановые нормы расхода на 2019г.
1	2	3	4	5	6
1	Термическая фосфорная кислота, 100 % H ₃ PO ₄	тонн/тонн	0,850	0,828	0,828
2	С о д а кальцинированная, 100 % Na ₂ CO ₃	тонн/тонн	0,740	0,745	0,745
	3				

3	Аммиачная селитра, 100 % NH_4NO_3	тонн/тонн	0,010	0,009	0,009
5	Едкий натр, 100 % NaOH	тонн/тонн	0,543	0,0	0,580
Топливо-энергетические ресурсы					
6	Электроэнергия на технологию	кВтч/тонн	227,0	205,47	203,40
7	Электроэнергия на гранулирование ТПФН	кВтч/тонн	61,3	62,000	62,0
8	Газ природный	кгу.т.		261,00	257,10
9	Воздух сжатый	$\text{Нм}^3/\text{тонн}$	633,0	1549,73	1550,0
10	Воздух КИПиА	$\text{м}^3/\text{мес.}$		124248,0	124248,0
11	В о д а промышленная	$\text{м}^3/\text{тонн}$	1,22	2,50	2,50
	Итого тепловая энергия	Гкал/тонн		0,320	0,320
12	Тепло зимний период	Гкал/тонн	0,354	0,346	0,346
13	Тепло летний период	Гкал/тонн	0,354	0,294	0,294

Кроме производства триполифосфата натрия высшего сорта по ГОСТ 13493 в Казахстане производится триполифосфат натрия медленно-гидратированный SK и триполифосфат натрия пищевой.

Фактическое удельное потребление основных видов сырья, материалов и энергоресурсов при производстве триполифосфат натрия медленно-гидратированного SK представлено в таблице 3.34, а триполифосфата натрия пищевого в таблице 3.35. Для сравнения в таблицах представлены нормы расхода сырья, материалов и энергоресурсов (научно обоснованные и плановые) при производстве триполифосфата натрия медленно-гидратированного SK и триполифосфата натрия пищевого.

Таблица 3.34. Нормы расхода сырья, материалов и энергоресурсов при производстве триполифосфата натрия, медленно-гидратированный SK

№ п/п	Наименование сырья и материалов	Ед. изм.	Научно обоснованные нормы расхода	Фактические удельные расходы за 10 месяцев 2019г.	Плановые нормы расхода на 2019г.
1	2	3	4	5	6
1	Термическая фосфорная кислота, 100 % H_3PO_4	тонн/тонн	0,850	0,828	0,828

2	С о д а кальцинированн ая 100 % Na ₂ CO ₃	тонн/тонн	0,740	0,745	0,745
3	Едкий натр, 100 % NaOH	тонн/тонн	0,543	0,0	0,580
4	Аммиачная селитра, 100 % NH ₄ NO ₃	тонн/тонн	0,01	0,009	0,009
	Топливо-энерг етические ресурсы				
5	Электроэнергия на технологию	кВтч/тонн	227,0	218,17	216,00
6	Газ природный	кг.т.		270,17	273,90
7	Воздух сжатый	Нм ³ /тонн	633,0	1550,00	1550,00
8	Воздух КИПиА	м ³ /мес		124248,00	124248,00
9	В о д а промышленная	м ³ /тонн	1,22	2,50	2,50
	Итого тепловая энергия			0,320	0,320
10	Тепло-зимний период	Гкал/тонн	0,354	0,346	0,346
11	Тепло-летний период	Гкал/тонн	0,354	0,294	0,294

Таблица 3.35. Нормы расхода сырья, материалов и энергоресурсов при производстве триполифосфата натрия, пищевой

№ п/п	Наименование сырья и материалов	Ед. изм.	Научно обоснованные нормы расхода	Фактические удельные расходы за 10 месяцев 2019г.	Плановые нормы расхода на 2019г.
-------	---------------------------------------	----------	---	--	--

1	2	3	4	5	6
1	Термическая фосфорная кислота, 100 % H ₃ PO ₄	тонн/тонн	0,850	0,828	0,828
2	С о д а кальцинирова нная 100 % Na ₂ CO ₃	тонн/тонн	0,740	0,745	0,745
3	Едкий натр, 100 % NaOH	тонн/тонн	0,543	0,000	0,580
4	Аммиачная селитра, 100 % NH ₄ NO ₃	тонн/тонн	0,01	0,009	0,009

	Топливо-энергетические ресурсы				
5	Электроэнергия на технологию	кВтч/тонн	227,0	204,722	203,400
6	Газ природный	кгу.т.		257,23	257,10
7	Воздух сжатый	Нм ³ /тонн	633,0	1550,0	1550,0
8	Воздух КИПиА	м ³ /мес		124248,0	124248,0
9	Вода промышленная	м ³ /тонн	1,22	2,5	2,5
	Итого тепловая энергия	Гкал/тонн		0,320	0,320
10	Тепло-зимний период	Гкал/тонн	0,354	0,346	0,346
11	Тепло-летний период	Гкал/тонн	0,354	0,294	0,294

Из триполифосфата натрия высшего сорта по действующему технологическому документу в области стандартизации также изготавливают гранулированный, затрачивая на это 62 кВт*ч/тонн электроэнергии.

Производство фосфорно-калийных удобрений

В процессе производства фосфорно-калийных удобрений используется значительное количество сырья, материалов и энергоресурсов (электроэнергия, газ). Фактическое удельное потребление основных видов сырья, материалов и энергоресурсов представлено в таблице 3.36. Для сравнения представлены нормы расхода сырья, материалов и энергоресурсов (научно обоснованные и плановые) при производстве триполифосфата натрия.

Таблица 3.36. Нормы расхода сырья, материалов и энергоресурсов при производстве фосфорно-калийных удобрений ФКУ

№ п/п	Наименование сырья и материалов	Ед. изм.	Научно обоснованные нормы расхода	Фактические удельные расходы за 10 месяцев 2019г.	Плановые нормы расхода на 2019г.
1	2	3	4	5	6
1	Котрельная пыль	тонн		1,000	1,000
	Топливо-энергетические ресурсы				

3	производство 1 тонны пищевой фосфорной кислоты	Факт кВтч/тонн	186,211	199,619	199,471	182,263	187,5
4	Удельный расход электроэнергии на производство 1 тонны триполифосфата натрия	Норматив кВтч/тонн	850	850	850	850	850
		Факт кВтч/тонн	577,446	847,310	848,1	846,588	848,5
5	Удельный расход природного газа на производство 1 тонны желтого фосфора	Норматив кг у.т./тонн	221,888	221,888	221,888	221,888	221,888
		Факт кг у.т./тонн	158,105	159,560	159,594	159,594	212,4
6	Удельный расход природного газа на производство 1 тонны триполифосфата натрия	Норматив кг у.т./тонн	262,312	262,312	262,312	262,312	262,312
		Факт кг у.т./тонн	210,167	248,307	248,4	253,503	253,5
7	Удельный расход природного газа на производство 1 Гкал теплоэнергии	Норматив кг у.т./тонн	205,306	205,306	205,306	205,306	205,306
		Факт кг у.т./тонн	147,504	152,779	153,245	153,392	153,539
8	Удельный расход тепла на производство 1 тонны желтого фосфора	Норматив Гкал/тонн	3,262	3,262	3,262	3,262	3,262
		Факт Гкал/тонн	3,262	3,248	3,248	3,261	3,261
	Удельный расход тепла на производство 1 тонны термическо	Норматив Гкал/тонн	0,230	0,230	0,230	0,230	0,230
		Факт Гкал/тонн	0,230	0,230	0,230		0,238

9	й фосфорной кислоты					0,238	
10	Удельный расход тепла на производств о 1 тонны пищевой фосфорной кислоты	Норматив Гкал/тонн	0,624	0,624	0,624	0,624	0,624
		Факт Гкал/ тонн	0,624	0,624	0,625	0,627	0,627
11	Удельный расход тепла на производств о 1 тонны триполифос фата натрия	Норматив Гкал/тонн	0,475	0,475	0,475	0,475	0,475
		Факт Гкал/ тонн	0,475	0,47	0,475	0,476	0,471

Как видно из таблицы 3.37 фактические удельные показатели потребления основных энергоресурсов достаточно стабильны. Удельный расход тепла на производство 1 тонны желтого фосфора 3,262 Гкал/тонн представлен предприятием в отчете ГЭР и включает общезаводской расход тепла. В таблице 3.38 представлены данные по потреблению основных энергоресурсов в целом по производству фосфорных соединений.

Таблица 3.38. Расход топливно-энергетических ресурсов и воды в целом по производству фосфорных соединений за 2015 - 2019 гг.

№ п/п	Наименован и е энергоносит еля	Единица измерения	Предшествующий период				
			2015	2016	2017	2018	2019
1	2	3	4	5	6	7	8
1.	Электричес кая энергия	тыс.кВт*ч	1832297	1015572	1407432	1807700	1926791
		ту.т.	225373	124915	173114	222347	236995
		тыс. тг.	15679944	9706070	13894273	17632183	18650764
		тг./кВт*ч	8,557	9,557	9,872	9,754	9,680
2.	Г а з природный	куб. м	2084292	42270500	45377000	57539261	54199251
		ту.т.	112,45	49456,49	53 091,09	67 320,94	63 413,12
		тыс.тг	2084292	1 026 128	1272204	1578586	1519852
		тг/куб.м	21, 687	24,275	28,036	27,435	28,042
	Вода, на производств	тыс. м ³	12 717,26	9 670,0	8 867,635	10 486,18	10 719,66
		тг/куб.м	8,556	0,783	1,104	1,577	1,526

3.	енные нужды	тыс.тг	18 268, 5	6 166,188	7 808,487	13 724,68	13 573,17
4	Итого расходы ТЭР и вода	ту.т.	225 485	174 372	226 205	289 668	300 408
		тыс. тг.	17782505	10738365	15174285	19224494	20184189

Тепло на промплощадке производится на собственной котельной. Котельная оборудована стационарными паровыми котлами типа ГМ- 50 - 14 "Белгородский котлостроительный завод" и двумя водогрейными котлами типа КВГМ- 50 - 150 "Дорогобужский котельный завод". В качестве основного топлива используется природный газ.

3.2. Производство серной кислоты, ЭФК, минеральных удобрений (аммофос) и ТКФ

3.2.1. Производство серной кислоты

Сернокислотные системы одинарного контактирования с системой очистки отходящих газов

В основе работы всех функционирующих сернокислотных установок лежит контактный метод производства. Производство серной кислоты контактным способом включает следующие основные стадии:

прием и хранение твердой гранулированной серы;

подготовка к переработке (плавление твердой серы и отделение жидкой серы от осадка фильтрованием);

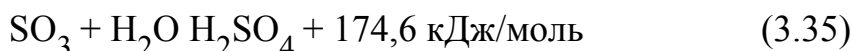
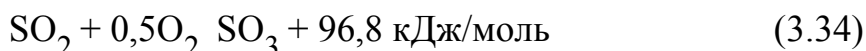
сжигание серы с получением газа, содержащего SO_2 , и утилизацией тепла реакции с получением энергетического пара;

каталитическое окисление диоксида серы;

получение серной кислоты или олеума абсорбцией SO_3 концентрированной кислотой;

очистка отходящих газов от SO_2 .

Химические превращения описываются следующими уравнениями реакций, которые все являются экзотермическими, т.е. протекают с выделением большого количества тепла:

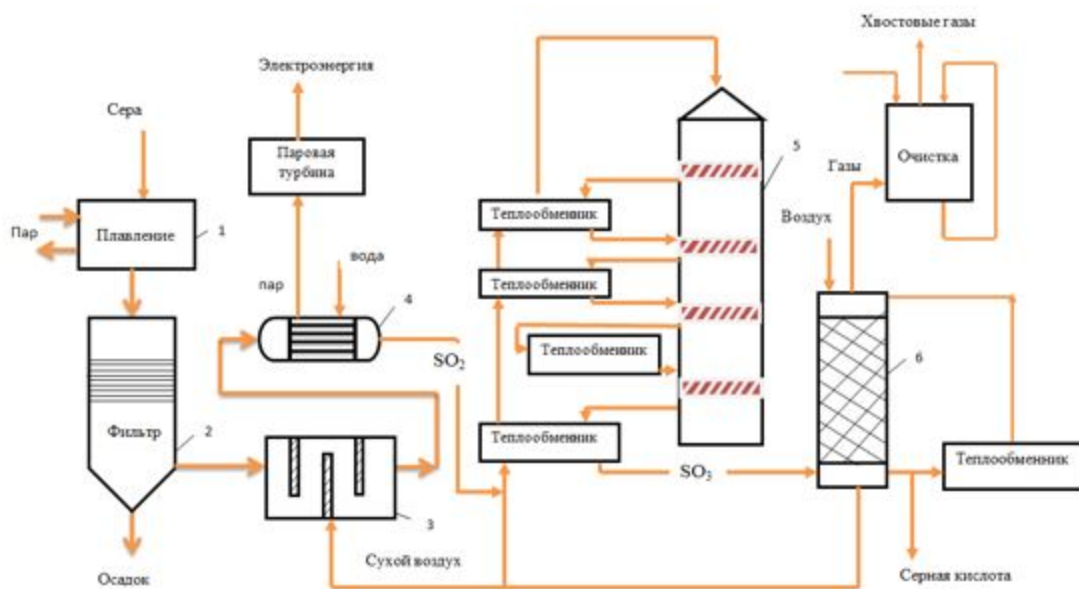


Реакция сжигания серы (3.33) является наиболее экзотермичной, выделяющаяся теплота которой утилизируется с получением пара высокого давления, направляемого на производство электроэнергии в энергоблоке. Контактное окисление газа, содержащего диоксид серы, осуществляется по схеме с утилизацией тепла химической реакции (3.34) внутри агрегата. Для смещения равновесия обратимой экзотермической

реакции в сторону образования оксида серы (VI) требуется промежуточное охлаждение продукционного газа после каждого слоя катализатора за счет теплообмена с холодным сернистым газом, поступающим в контактный аппарат [40]. Продукционный газ со стадии окисления также охлаждается в теплообменнике для обеспечения эффективности абсорбции в процессе получения серной кислоты [41]. Обобщенная схема производства серной кислоты по методу одинарного контактирования представлена на рисунке 3.12.

Отделение плавления и фильтрации жидкой серы

Со склада сера транспортируется ленточным конвейером в отделение плавления. Загрузка бункеров серой производится грейферным краном. Плавильный агрегат представляет собой вертикальный цилиндрический аппарат с коническим днищем и плоской крышкой со встроенными через крышку погружными нагревательными элементами в виде спиралей змеевикового типа (Рисунок 3.12). В нагревательные элементы подается пар давлением 0,5 - 0,6 МПа с температурой 150 - 160 °С. Коническое днище плавилки имеет наружные нагревательные элементы.



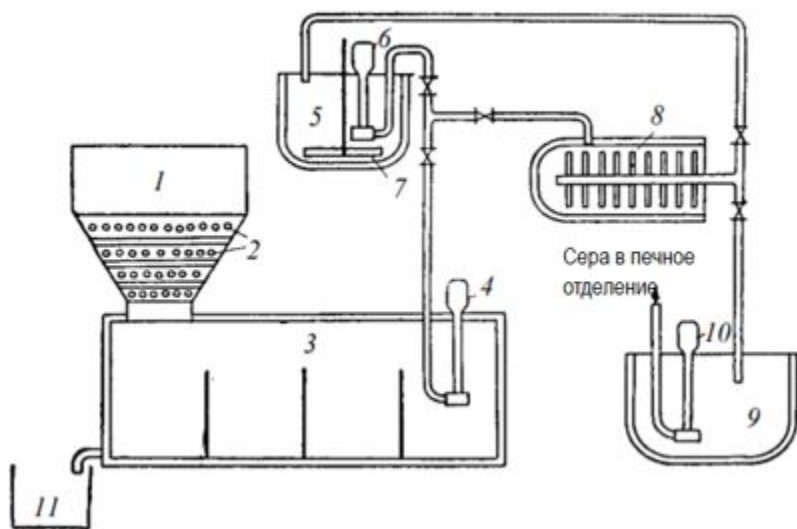
1 – плавилка серы, 2 – фильтр для отделения примесей, 3 – печь для сжигания серы, 4 - котел-утилизатор, 5 – контактный аппарат, 6 – абсорбер

Рисунок 3.12. Принципиальная схема одинарного контактирования производства серной кислоты из серы

Процесс плавления гранулированной серы происходит за счет теплопередачи через стенку нагревательных паровых элементов внутри плавилки. Температура жидкой серы 130 – 140 °С поддерживается автоматически расходом пара высокого давления. Для интенсификации процесса плавления каждая плавилка оснащена пропеллерной мешалкой из нержавеющей стали. Перемещение среды происходит внутри стакана

мешалки снизу вверх с подъемом нижних слоев жидкой серы на уровень границы раздела фаз. Перед запуском в работу плавилка должна быть заполнена жидкой серой из сборника до уровня полного покрытия змеевиков слоем жидкой серы. Для нейтрализации кислотности серы предусматривается подача в плавилку извести.

В процессе эксплуатации в конусном днище аппарата образуется шлам, представляющий собой загрязненную жидкую серу с содержанием битумных и зольных примесей до 20 %, органических примесей до 10 %. Битумный шлам по сравнению с жидкой серой имеет большую плотность и температуру плавления, обладает повышенной вязкостью, и поэтому может быть отделен путем отстаивания в сборнике-отстойнике. Очистка от битума и других тяжелых примесей производится ежемесячно путем остановки плавилки, слива грязной жидкой серы через штуцер в нижней части отстойника в сборник грязной серы (Рисунок 3.13).



1 – плавилка серы, 2 – плавильные элементы, 3 - сборник-отстойник расплавленной серы, 4,6,10 – погружные насосы, 5 – смеситель, 7 – мешалка, 8 – рамный листовый фильтр, 9 – сборник чистой серы, 11 - сборник грязной серы

Рисунок 3.13. Технологическая схема плавления и очистки серы

Вывод жидкой серы из плавилки осуществляется погружным насосом через фильтр серы в сборник жидкой серы. Рамный листовый фильтр жидкой серы 8 предназначен для удаления твердых включений и комков серы размером более 10 мм путем удержания сеткой из нержавеющей стали, расположенной внутри корпуса. Фильтр оборудован змеевиком для обогрева паром.

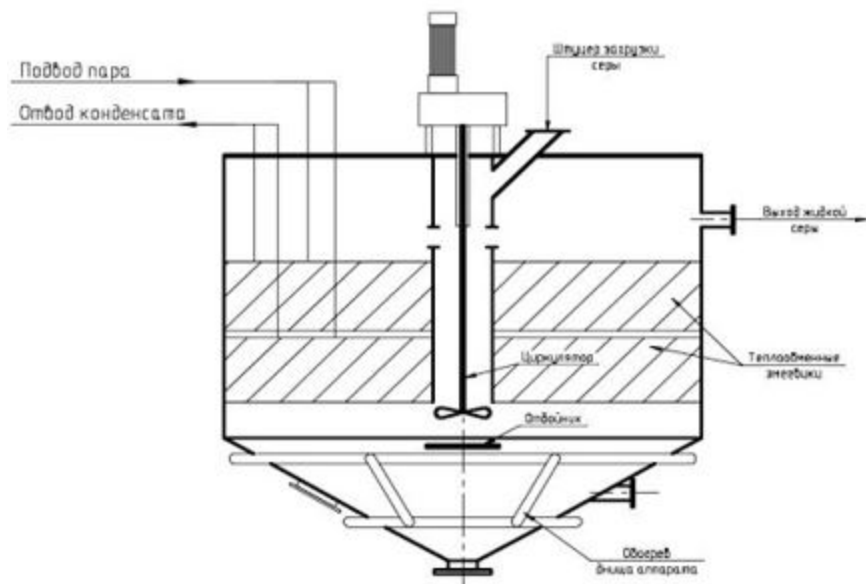


Рисунок 3.14. Агрегат плавления твердой серы

Фильтрация жидкой серы от зольных примесей производится через смонтированные внутри фильтра нержавеющие сетки, на которые предварительно наносится слой порошка диатомита, который создает фильтрующий слой. Суспензию диатомита в жидкой сере получают при перемешивании в смесителе 5, откуда подается на сетки фильтра. Выход очищенной жидкой серы из фильтра осуществляется самотеком в сборник чистой серы 9, оснащенный двумя обогреваемыми паром насосами (Рисунок 3.13). Из сборника чистая сера перекачивается погружным насосом 10 в печь сжигания в печное отделение.

Тщательная очистка серы производится до содержания не более 0,005 % зольных примесей с целью предотвращения их осаждения на первом слое катализатора, что приведет к снижению активности катализатора и увеличению гидравлического сопротивления в контактном аппарате. Периодически осуществляется очистка от шлама фильтрующих сеток. Шлам из фильтра выгружается через бункер и вывозится на площадку временного складирования. Образующийся серный кек, содержащий в своем составе 50 - 60 % "смачивающей" серы, может быть использован в производстве сероасфальтов и серобетонов для дорожного строительства.

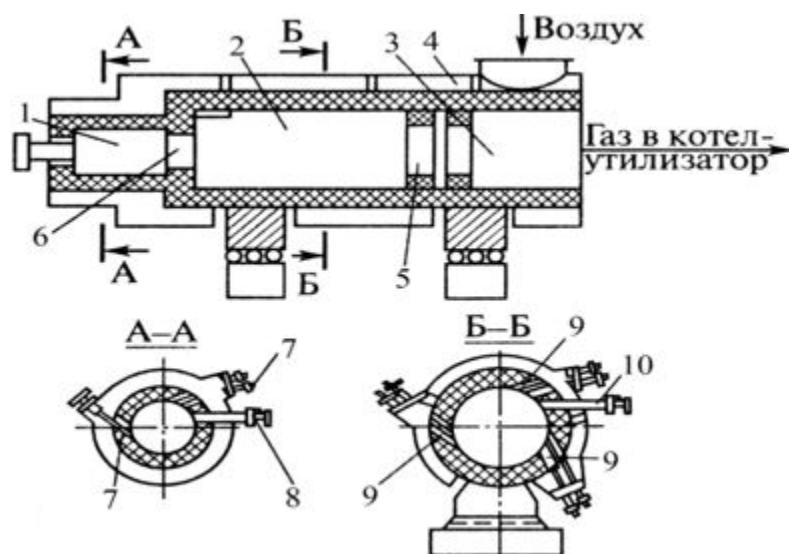
Отделение сжигания серы

Взаимодействие серы и кислорода происходит в газовой фазе с выделением большого количества тепла. Расплавленная очищенная сера подается на сжигание в серную печь. Для сжигания используется воздух, осушенный в сушильной башне или моногидратном абсорбере, для предотвращения образования водяного пара, который вызовет образование серноокислотного тумана в контактном аппарате и абсорбционной аппаратуре. Сжигание серы осуществляется в циклонной или форсуночной печи, имеющей форму горизонтального цилиндра (Рисунок 3.15). Жидкая сера, распыленная

в топку печи через форсунки, расположенные в торцевой части печи, испаряется за счет теплоты реакции и сгорает в потоке воздуха с образованием диоксида серы.

Горение паров серы происходит во всем объеме печи, за счет протекания гомогенной газофазной реакции обеспечивается высокая скорость процесса. Экзотермическая реакция приводит к существенному повышению температуры. Для предотвращения разрушения футеровки печи используют избыток воздуха сверх стехиометрического количества, при этом температура в печи поддерживается не более 1300 °С [42].

На действующих в Казахстане сернокислотных производствах циклонные печи совмещены в одном агрегате с энерготехнологическим котлом. Выходящий из печи сернистый газ с температурой 1000 – 1200 °С содержит 13 - 14 % SO₂, что обеспечивает минимальные размеры оборудования. Однако для обеспечения высокой скорости окисления SO₂ печной газ перед подачей в контактный аппарат разбавляется осушенным воздухом до содержания 11 - 12 % диоксида серы.



1 – форкамера, 2,3 – камеры дожигания, 4 – воздушный короб, 5,6 – пережимные кольца, 7,9 – сопла для подачи воздуха, 8,10 – форсунки для подачи серы

Рисунок 3.15. Циклонная печь для сжигания серы

Печной газ подвергается охлаждению в котле-утилизаторе с помощью холодной воды, пропускаемой через встроенные змеевиковые холодильники. Тепло, выделяющееся при охлаждении газа, используется для получения энергетического пара. Образующийся в трубах котла перегретый пар давлением 4 МПа отводится на паровую конденсационную турбину в энергоцех для выработки электроэнергии.

Печной газ, выходящий из котла-утилизатора, отправляется на стадию окисления диоксида серы в SO₂ на 4 - 5 слоях катализатора. В традиционных сернокислотных производствах по методу одинарного контактирования (ОК) охлажденный сернистый

газ проходит систему теплообменников перед входом в контактный аппарат, в которых нагревается до температуры 420 – 440 °С, что соответствует температуре зажигания ванадиевого катализатора. Схема подачи печного газа в смеси с осушенным воздухом показана на рисунке 3.12.

Контактное отделение

Окисление SO_2 осуществляется в адиабатическом режиме с промежуточным охлаждением после каждого слоя катализатора. Ввиду экзотермичности процесса температура газа существенно возрастает при контактном окислении, что приводит к смещению равновесия в сторону образования исходных реагентов. Для смещения равновесия вправо и для достижения высокой степени превращения необходимо промежуточное охлаждение газа. Для этого могут быть использованы как встроенные, так и выносные теплообменники. Встроенные теплообменники в настоящее время не применяются на действующих установках из-за сложностей в техническом обслуживании контактного аппарата. Схема контактного отделения представлена на рисунке 3.16. В выносных теплообменниках 2 охлаждение газа осуществляется за счет печного газа, поступающего из котла, и воздуха, поступающего дополнительно на окисление в контактный аппарат 3 [41].

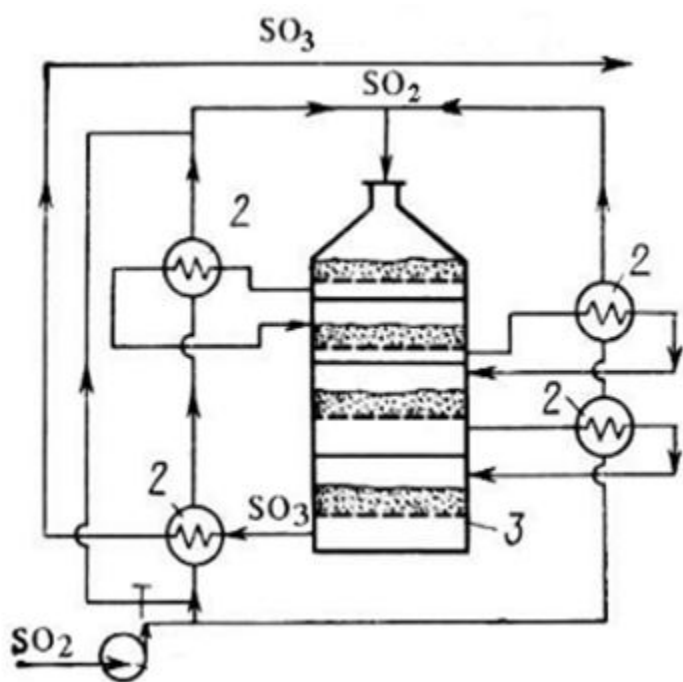


Рисунок 3.16. Схема контактного окисления диоксида серы по схеме с одинарным контактированием

В таких системах достигается достаточно низкая степень конверсии, 97 - 98 %, что обуславливает необходимость дополнительной доочистки отходящих газов в санитарном абсорбере перед выбросом в атмосферу.

Сернокислотные системы "Двойное контактирование – двойная абсорбция" (ДКДА) с утилизацией тепла сжигания серы и тепла абсорбции

В современных энерготехнологических сернокислотных схемах используется эффективный метод "Двойное контактирование-двойная абсорбция" (ДКДА), обеспечивающий достижение практически полной конверсии диоксида серы (99,7 % и выше). Отличием такой технологической схемы является промежуточный отвод большей части оксида серы (VI) из контактного аппарата и отсутствие необходимости хвостовой очистки отходящих газов (Рисунок 3.17) [32].

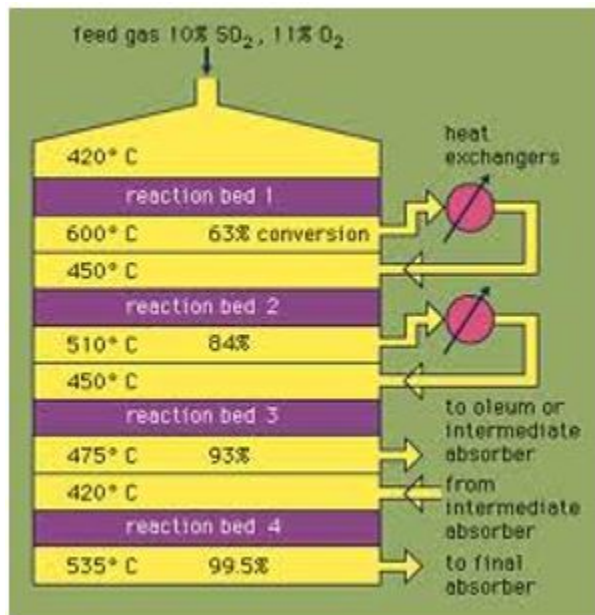
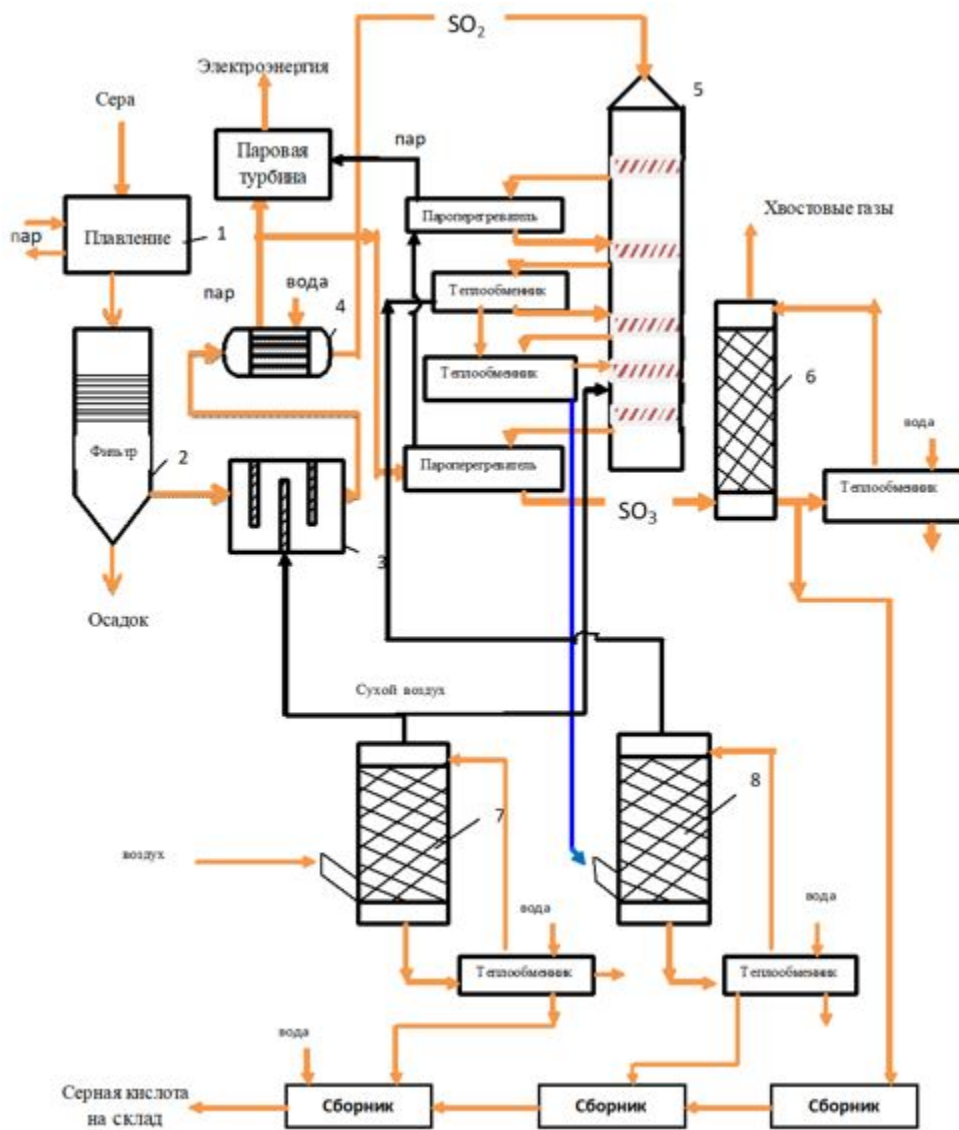


Рисунок 3.17. Схема работы контактного отделения по методу ДКДА

При этом реакционный газ со степенью превращения 90 - 95 % после 3 слоя катализатора направляют в промежуточный абсорбер для поглощения SO_3 , в результате чего соотношение $\text{O}_2:\text{SO}_2$ в газе существенно повышается и равновесие реакции смещается вправо. Охлажденный в абсорбере газ нагревают в теплообменнике и возвращают на последний слой катализатора, где достигается суммарная степень превращения 99,7 - 99,9 %. Технологическая схема производства серной кислоты по методу ДКДА (Рисунок 3.18) предполагает использование тепла реакции окисления для нагрева технологического газа, возвращаемого с абсорбции, а также на получение перегретого пара в пароперегревателях и экономайзерах.

В такой схеме печной газ охлаждается в испарительной части котла-утилизатора до температуры 400 - 420 °C, что соответствует температуре зажигания катализатора окисления диоксида серы, и поэтому сразу отправляется на 1 слой катализатора. В элементах котла-утилизатора генерируется перегретый пар с энергетическими параметрами: давление 4 МПа, температура 440 °C.



1 – плавилка серы, 2 – фильтр для отделения примесей, 3 – печь для сжигания серы, 4 - котел-утилизатор, 5 – контактный аппарат, 6 - конечный моногидратный абсорбер, 7 - сушильная башня, 8 - промежуточный абсорбер

Рисунок 3.18. Принципиальная схема производства серной кислоты из серы методом ДКДА

После прохождения газа через первый слой контактной массы происходит окисление 60 - 80 % SO_2 , за счет выделения тепла температура газа повышается до 580 – 600 °С. Горячий газ охлаждается в пароперегревателе второй ступени до 440 – 460 °С и поступает на 2 слой контактного аппарата. Перегретый пар из пароперегревателя первой ступени нагревается от 300 до 440 °С и направляется по паропроводу в энергоблок. На 2 слое катализатора конверсия протекает на 80 - 85 % с увеличением температуры до 510 – 530 °С. После 2 слоя газ охлаждается в газовом кожухотрубчатом теплообменнике до 435 – 445 °С и подается на 3 слой, где окисление проходит на 92 -

95 %. При этом содержание SO_3 в газе возрастает до 11,0 - 11,8 %, а содержание SO_2 снижается до 0,8 - 1,0 % об.; газ разогревается до 460 – 480 °С и выводится через теплообменник в промежуточный абсорбер для извлечения оксида серы (VI) с температурой 165 – 185 °С. После абсорбции газ с температурой 70 – 80 °С проходит систему теплообменников в межтрубном пространстве и нагревается соответственно до 320 и 425 °С.

На 4 слое температура газа увеличивается до 440 – 450 °С и снижается при входе на 5 слой за счет смешения с сухим воздухом с температурой 45 – 55 °С. На пятом слое контактной катализаторной массы окисление протекает на 94 - 96 %, и общая степень конверсии на выходе газа из конвертора достигает 99,7 - 99,9 %. Газ с содержанием до 1 % оксида серы (VI) и 0,04 % об. диоксида серы охлаждается в пароперегревателе первой ступени от 425 - 430 до 135 – 145 °С и отправляется на абсорбцию в конечный моногидратный абсорбер. Насыщенный пар при этом нагревается с 250 - 260 до 295 – 305 °С и передается в пароперегреватель 2 ступени.

Сушильно-абсорбционное отделение

В конечном моногидратном абсорбере осуществляется абсорбция из газа SO_3 охлажденной концентрированной серной кислотой концентрации 98,3 - 98,5 %, а отходящие газы с температурой 65 – 75 °С через газоход и выхлопную трубу выбрасываются в атмосферу. При этом достигается степень превращения диоксида серы не менее 99,72 %, степень абсорбции – не менее 99,99 %. Газ на выходе из абсорбера должен содержать:

брызги серной кислоты – не более 0,02 г/Нм³;

туман серной кислоты - не более 0,02 г/Нм³;

диоксид серы – не более 0,04 % об.;

оксид серы (VI) – не более 0,0006 % об.

Осушка воздуха от влаги осуществляется в сушильной башне серной кислотой концентрации 98,5 - 99,2 % H_2SO_4 . Абсорберы и сушильная башня загружены седловидной насадкой, кислота разбрызгивается в башнях распределительными устройствами. Кислота из аппаратов самотеком стекает в сборники, связанные между собой трубами-перетоками. Подача серной кислоты на орошение башен сушильно-абсорбционного отделения производится погружными насосами, охлаждение кислоты производится в кожухотрубчатых теплообменниках оборотной водой, находящейся в системе оборотного водоснабжения цеха. Разбавление кислоты, вытекающей из сушильной башни с температурой 50 – 60 °С, до продукционной концентрации 92,5 - 94,0 % масс. осуществляется путем подачи воды в сборник-смеситель. Охлажденная серная кислота перекачивается погружным насосом на склад.

Описанная технология серной кислоты, реализуемая на ТОО "Казфосфат" и НАК "Казатомпром", обеспечивает снижение выбросов в атмосферу вредных веществ до минимального значения, максимальное использование тепла всех трех реакций, протекающих в производстве, с получением максимального возможного количества энергетического пара. Технология печного и контактного отделения с получением и переработкой максимально высокой концентрации диоксида серы 11 - 12 % разработана ОАО "НИУИФ" (РФ). Технология запатентована [43] и соответствует лучшим мировым аналогам.

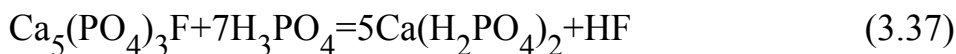
Применение схемы ДКДА обеспечивает достижение степени конверсии диоксида серы до 99,7 % и выше, снижение выбросов в атмосферу вредных веществ (SO_2 , паров H_2SO_4 , NO_2 , NO) до минимального значения. Отличием такой технологической схемы является отсутствие необходимости хвостовой очистки отходящих газов.

3.2.2. Производство ЭФК

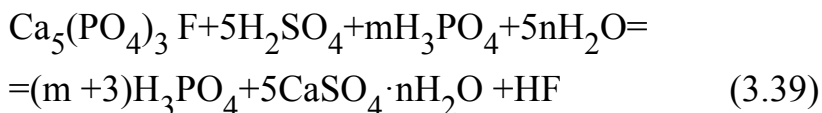
Получение ЭФК основано на разложении природных фосфатов серной кислотой в соответствии с уравнением реакции:



Образующаяся фосфорнокислотная суспензия разделяется фильтрованием с получением продукционной кислоты и осадка сульфата кальция. Лимитирующей стадией данного процесса является необходимость выделения крупных, хорошо фильтрующихся кристаллов сульфата кальция. Для этого требуется соблюдение температурно-концентрационных условий экстракции и поддержание определенного массового соотношения жидкой и твердой фаз (Ж:Т). Для обеспечения подвижности образующейся суспензии следует поддерживать Ж:Т в интервале от 2:1 до 3.5:1. Это достигается путем рециркуляции обратного раствора фосфорной кислоты на стадию разложения в первый экстрактор. Обратный раствор представляет собой смесь части продукционной ЭФК и фильтрата, образующегося после первой промывки фосфогипса. В этом случае процесс разложения осуществляется в две стадии – разложение фосфатной части фосфорной кислотой с переводом в раствор практически всего фосфора в виде монокальцийфосфата и кристаллизация сульфата кальция из данного раствора при взаимодействии с серной кислотой, что обеспечивает практически полное вскрытие сырья и максимальный технологический выход продукта. В этом случае процессы описываются уравнениями реакций:



Суммарная реакция может быть представлена следующим уравнением:



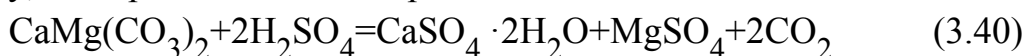
где n – число молей кристаллизационной воды в кристаллогидрате сульфата кальция;

m – число молей оборотной фосфорной кислоты.

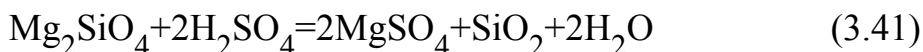
Выбор температурно-концентрационных условий сернокислотной экстракции природных фосфатов определяется границами областей кристаллизации модификаций сульфата кальция и их фазовыми превращениями. В соответствии с этим в практических условиях применяются дигидратный и полугидратный режимы экстракции. Наиболее распространен дигидратный режим экстракции при температуре 65 – 80 °С с получением кислоты концентрации 28 - 32 % P_2O_5 из апатитового концентрата, содержащего не менее 39,4 % P_2O_5 . Полугидратный режим, осуществляемый при 90 – 105 °С, позволяет получать кислоту с концентрацией 45 - 48 % P_2O_5 . В зависимости от режима для фильтрования суспензии применяют карусельные (КВФ) или ленточные вакуум-фильтры (ЛВФ).

Производство ЭФК из бедных или рядовых фосфоритов, содержащих не более 25 % P_2O_5 , может быть организовано в дигидратном режиме с получением только слабой фосфорной кислоты, содержащей менее 20 % P_2O_5 . Такая кислота в дальнейшем подлежит концентрированию путем упаривания с целью использования в производстве минеральных удобрений. Такая схема с установкой двух карусельных фильтров КВФ-50 работала на ТОО "Казфосфат" до 2016 года. Поскольку фосфориты Каратау содержат ряд примесей, указанных выше, то одновременно с основной реакцией протекает взаимодействие примесей с серной и фосфорной кислотами [44].

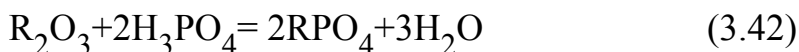
Карбонаты в виде доломита и кальцита разлагаются с выделением CO_2 в газовую фазу, что приводит к пенообразованию:



При этом магний полностью переходит в ЭФК, в котором содержится в основном в виде сульфата и фосфата магния. При растворении силиката магний также переходит в ЭФК:



При растворении алюмосиликатов в ЭФК переходят SiO_2 , ионы натрия, калия, алюминия, железа. Содержащиеся в фосфатном сырье примеси алюминия и железа переходят в ЭФК и взаимодействуют с фосфат-ионами с образованием нерастворимых фосфатов, вызывая потери фосфора с нерастворимым остатком:

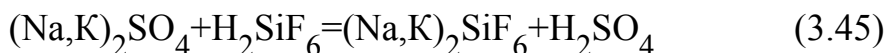
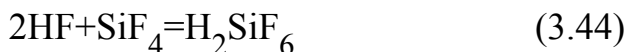


Часть фтороводорода реагирует с кремниевой кислотой с образованием газообразного SiF_4 , который вместе с HF выводится из реакторов на абсорбционную очистку:



Выделение кремнегеля может явиться проблемой для эксплуатации абсорбционного оборудования (забивки), в связи, с чем схема абсорбционной очистки организуется таким образом, чтобы на начальной ступени абсорбции при высокой степени орошения в газоходах и полом абсорбере поглотить основное количество фтористых газов.

В ЭФК HF и SiF₄ образуют кремнефтористоводородную кислоту, которая взаимодействует с ионами натрия и калия с образованием малорастворимых кремнефторидов натрия и калия:



Все указанные труднорастворимые примеси, а также нерастворимый остаток фосфорита выводятся из процесса в составе осадка фосфогипса.

Присутствие в фоссырье карбонатов кальция и магния повышает расход серной кислоты. Образующиеся сульфат и фосфат магния загрязняют ЭФК и в значительной степени снижают ее активность. Кроме этого, соединения магния существенно повышают вязкость ЭФК, что ухудшает условия кристаллизации сульфата кальция и приводит к уменьшению размеров кристаллов, за счет чего существенно снижается фильтруемость осадка. Это в свою очередь снижает производительность всей системы. Аналогичный негативный эффект оказывают фосфаты алюминия и железа, поэтому по содержанию в сырье этих примесей должны соблюдаться требования. Для получения крупнокристаллического однородного осадка необходимо поддерживать сульфатный режим, т.е. небольшой избыток в растворе сульфат-ионов при молярном отношении SO₃:CaO=1.5 - 4.0.

Описание технологической схемы производства ЭФК дигидратным способом

Принципиальная схема получения ЭФК в дигидратном режиме приведена на Рисунке 3.19. Как видно, разложение в первом экстракторе осуществляется обратным раствором фосфорной кислоты, а во второй реактор подается серная кислота для разделения процессов разложения и кристаллизации. В схеме предусмотрена противоточная промывка фосфогипса водой на последней стадии и промежуточными фильтратами на 1 и 2 ступенях, что обеспечивает минимальный ввод в процесс воды с одной стороны и максимальную отмывку твердого отхода от фосфорной кислоты с другой стороны.

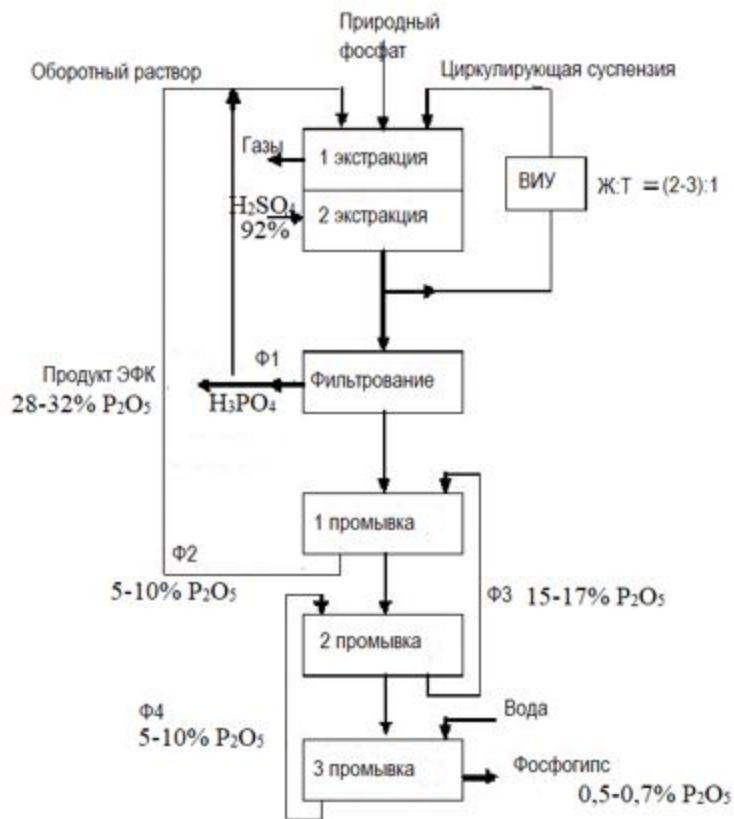
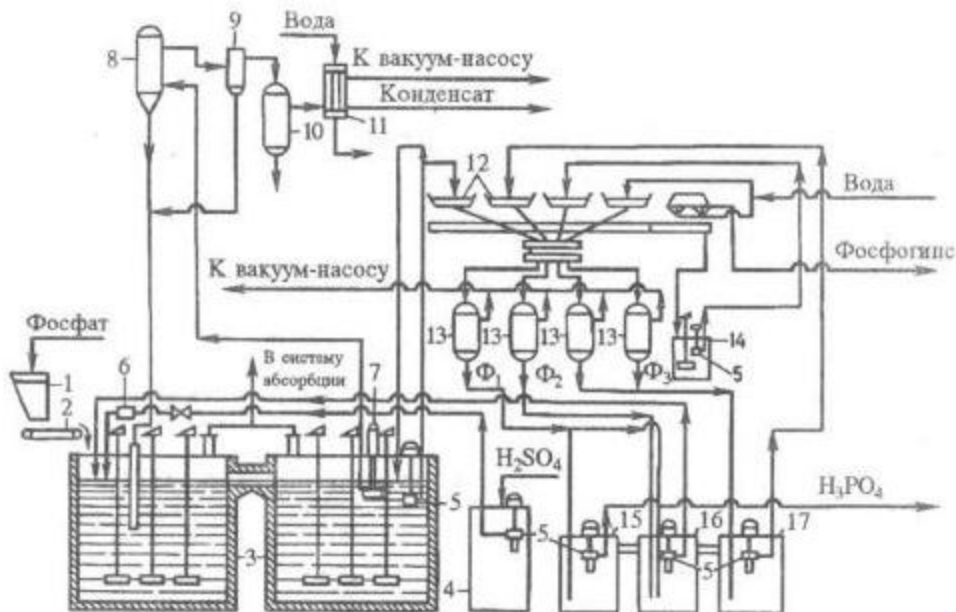


Рисунок 3.19. Принципиальная схема получения ЭФК

На рисунке 3.20 представлена наиболее распространенная технологическая схема получения ЭФК дигидратным способом [41]. Схема включает двухбачковый экстрактор с футерованным железобетонным корпусом, карусельный лотковый вакуум-фильтр с общей площадью фильтрования 100 м^2 и рабочей 80 м^2) и комплект вспомогательного оборудования. В экстракторах установлены центральный пропеллерный и восемь периферийных турбинных мешалок. Температуру в экстракторе поддерживают с помощью вакуум-испарителей, куда с помощью погружных насосов непрерывно подают пульпу.



1 - бункер фосфатного сырья, 2 - ленточный весовой дозатор, 3 - двухбаковый экстрактор, 4 – хранилище серной кислоты, 5 - погружные насосы, 6 - расходомер серной кислоты, 7 - циркуляционный погружной насос, 8 - испаритель, 9 - брызгоуловитель, 10 - конденсатор, 11 - барюотажный нейтрализатор, 12 - лотки карусельного вакуум фильтра, 13 - сепараторы (ресиверы), 14 - промежуточный сборник суспензии, образующейся при регенерации фильтровальной ткани, 15,16,17 - барометрические сборники основного фильтрата, оборотной фосфорной кислоты, промывного фильтрата

Рисунок 3.20. Схема производства ЭФК в дигидратном режиме

Пульпа под вакуумом вскипает и испаряется определенное количество воды, за счет чего температура пульпы понижается на 2 - 5 °С. Газы из вакуум-испарителя отводят через брызгоуловитель в конденсатор, где конденсируются пары воды и частично улавливаются соединения фтора. Окончательная очистка газа от фтора осуществляется в системе абсорбции. Разделение суспензии, образующейся при сернокислотном разложении фосфатного сырья, проводят на карусельных вакуум-фильтрах [45].

Модернизированная технологическая схема производства ЭФК дигидратным способом **Отделение экстракции фосфоритов**

Для повышения концентрации продукционной кислоты ОАО "НИУИФ" (Российская Федерация) разработал по заказу ТОО "Казфосфат" исходные данные для проектирования производства ЭФК, и в 2016 г. была проведена модернизация цеха ЭФК по новому проекту с установкой высокоинтенсивного реакторного оборудования и заменой карусельных фильтров на ленточные вакуум-фильтры, применяемые в полугидратном режиме. Внедренный новый дигидратный режим экстракции при температуре 85 – 95 °С позволяет получать кислоту концентрации 25 - 29 % P_2O_5 , а

также повысить технологический выход P_2O_5 в ЭФК и увеличить удельный сьем фосфогипса на 20 - 30 %.

В действующем производстве ЭФК поддерживается массовое отношение Ж:Т=(2,0 - 2,6):1 за счет подачи на разложение раствора разбавления – смеси части продукционного фильтрата Ф1 и всего фильтрата Ф2. Для получения крупных, хорошо фильтрующихся кристаллов фосфогипса следует поддерживать в реакционном объеме низкое пересыщение, что обеспечивается также поддержанием температуры пульпы в интервале 90 - 95°C, интенсивной циркуляцией пульпы в объеме реактора и распределением подачи серной кислоты.

Подача фосфатного сырья в отделение ЭФК осуществляется пневмотранспортом из силосного склада в расходный бункер, откуда фосфоритная мука подается на весовые дозаторы. Посредством дозаторов сырье направляется на ленточный конвейер. Для исключения пылевыведения при транспортировке сырья на ленточном конвейере и весовых дозаторах предусматриваются аспирационные отсосы в рукавный фильтр. Далее фоссырье поступает в скоростной смеситель, где производится его смачивание раствором разбавления, подаваемым по трубопроводам насосами из узла фильтрации. Образующаяся в смесителе суспензия стекает в реактор разложения (Рисунок 3.21) [7].

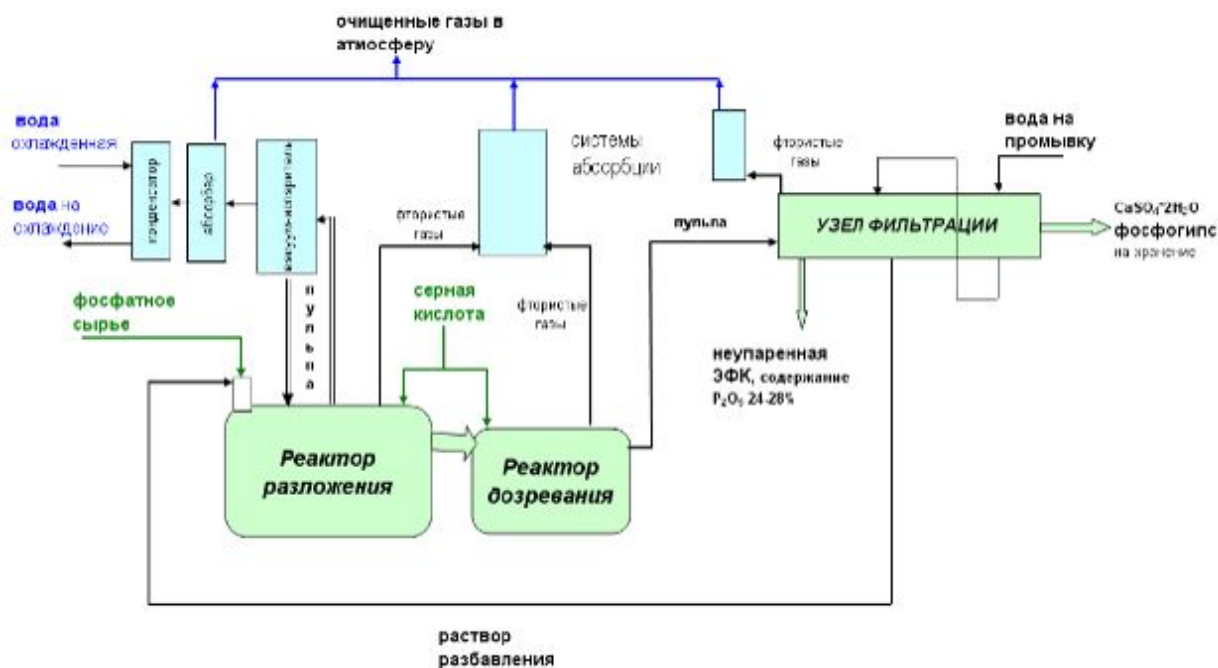


Рисунок .. Усовершенствованная принципиальная схема производства ЭФК дигидратным способом

Запыленный воздух, отходящий от бункеров, перед выбросом в атмосферу очищается в рукавных фильтрах, что позволит исключить неорганизованное пылевыведение.

Серная кислота концентрации не менее 92,5 % подается по трубопроводу в реактор разложения. Для обеспечения оптимальных условий разложения фосфатного сырья, снижения локальных пересыщений по сульфату кальция и кристаллизации легко фильтрующихся кристаллов дигидрата сульфата кальция предусматривается организация в экстракторе двухзонного сульфатного режима с распределенным вводом серной кислоты. В реактор разложения серная кислота подается в две точки примерно равными потоками, в реактор дозревания в одну точку. Расход серной кислоты в каждую точку измеряется с помощью расходомера и автоматически стабилизируется при помощи регулирующих клапанов на соответствующих линиях подачи.

Разложение фосфатного сырья осуществляется в экстракторе, состоящем из двух цилиндрических реакторов, расположенных каскадно: реактора разложения $V_{\text{раб.}}=650 \text{ м}^3$ и реактора дозревания $V_{\text{раб.}}=450 \text{ м}^3$, соединенных между собой перетоком пульпы и газоподъемом для сообщения по газовой фазе. За счет каскадного расположения реактора дозревания к реактору разложения в последнем обеспечивается постоянный рабочий уровень пульпы, благоприятный для поддержания стабильных условий ведения процесса (в том числе при возможном образовании на поверхности пульпы слоя пены). Интенсивный гидродинамический режим в реакторе разложения обеспечивается за счет использования высокопроизводительного циркулятора, оборудованного частотным преобразователем скорости вращения электродвигателя, и шести двухъярусных перемешивающих устройств пропеллерного типа [32, 46].

Использование циркулятора пульпы позволяет создать мощный циркуляционный поток во всем объеме реактора разложения, что в совокупности с использованием высокопроизводительных мешалок приближает его работу по гидродинамическому режиму к реактору идеального смешения. Последнее обеспечивает в сочетании с оптимальным сульфатным режимом в зоне разложения условия эффективного разложения фосфатного сырья и кристаллизации крупных однородных кристаллов дигидрата сульфата кальция преимущественно в виде сростков.

Поддержание заданной температуры пульпы в реакторе разложения $92 \text{ }^{\circ}\text{C}$ обеспечивается за счет ее охлаждения в высокоэффективном аппарате воздушного охлаждения (АВО) пенного типа, смонтированном непосредственно в центральный щит крышки реактора разложения. Аппарат оборудован горизонтальной провальной решеткой, на которую по лотку из центральной шахты реактора циркулятором подается пульпа. Под решетку вентилятором направляется охлаждающий воздух. Нагретый и насыщенный парами воды воздух выходит вместе с брызгами пульпы из верхней части корпуса и сбрасывается в газовый объем реактора. В этом случае отпадает необходимость в применении мощных циркуляционных насосов, громоздкой вакуумной системы и обеспечения охлаждающей водой, но усиливается нагрузка на систему абсорбции фторсодержащих газов.

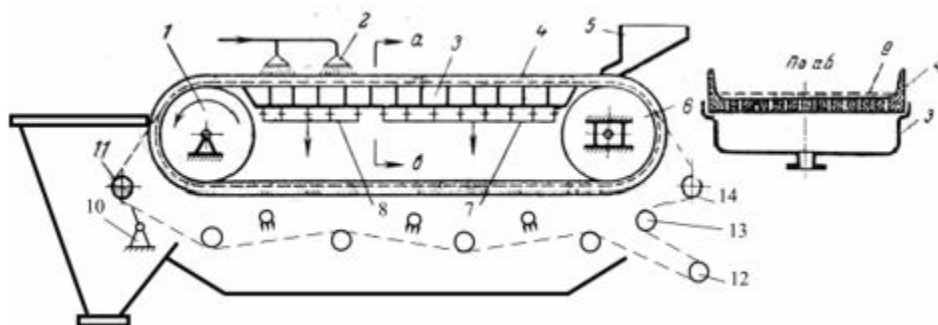
Вывод пульпы из реактора разложения осуществляется через боковой переток в верхней части корпуса. Ввод пульпы в реактор дозревания выполняется через крышку. В зоне дозревания происходит частичное доразложение сырья и снятие пересыщения по сульфату кальция и кремнефторидам, перекристаллизация полугидрата в гипс, дальнейший рост кристаллов дигидрата сульфата кальция.

Реактор дозревания представляет собой емкость с центральной секцией диаметром 6 м, соединенной с корпусом реактора радиальной перегородкой. Центральная секция, выполненная из углеродистых блоков, имеет нижнее заборное окно, которое максимально удалено от ввода пульпы в реактор, что увеличивает время пребывания пульпы в реакторе и минимизирует потери P_2O_5 за счет проскока неразложившегося фосфатного сырья на узел фильтрации. Реактор дозревания оборудуется семью перемешивающими устройствами, аналогичными установленным в реакторе разложения – шестью периферийными и одной центральной мешалкой. Подача пульпы на ЛВФ из реактора дозревания производится погружными насосами, установленными в центральной секции реактора.

Отделение фильтрования и отмывки осадка

Полученная в процессе разложения фосфатного сырья смесью серной и фосфорной кислот суспензия дигидрата сульфата кальция в фосфорной кислоте разделяется на ленточных вакуум-фильтрах с противоточной водной промывкой кекафосфогипса с получением продукционной ЭФК.

Разделение реакционной пульпы осуществляется на двух ленточных вакуумных фильтрах площадью 85 м^2 (Рисунок 3.22). Налив пульпы на фильтроткань ЛВФ производится через распределительные коробки-желоба, которые обеспечивают равномерное распределение пульпы по всей ширине фильтрующей поверхности ленточного фильтра.



1,6 – приводной и натяжной барабан; 2,5 – подача промывной жидкости и суспензии; 3 – вакуум-камера; 4 – резиновая лента; 7,8 – зона фильтрования, промывки и осушки осадка; 9 – фильтровальная ткань; 10 – нож; 11,12,13,14 – разгрузочный, винтовой, натяжной и регулировочный ролики

Рисунок .. Схема ленточного вакуум-фильтра

Ленточный фильтр состоит из двух барабанов, укрепленных на горизонтальной сварной металлической станине, на которых натянута лента. Один из барабанов ведущий – соединен с приводным механизмом, другой – ведомый, натяжной. Ленту с рифленой поверхностью выполняют из специальных сортов резины, которая движется со скоростью 3 - 8 м/с. Плоские борта ленты на верхнем горизонтальном участке ее движения специальными направляющими отгибаются вверх; в результате лента принимает форму желоба, наполняемого суспензией и промывными водами. При движении ленты верхняя ее ветвь скользит по столу фильтра. Осевые сквозные отверстия в ленте соединены с отверстиями золотниковой решетки, по которым фильтрат проходит в вакуум-камеру. Фильтровальную ткань крепят на ленте. Зоны фильтрования, промывки и подсушки осадка разграничивают резиновыми или матерчатыми перегородками, свободно подвешенными над лентой на рейках.

Суспензия поступает на фильтр из лотка и по мере движения ленты происходит отделение из нее жидкой фазы и промывание остающегося на ленте осадка. Промытый и подсушенный осадок перемещается к ведущему барабану, где осадок при повороте ленты растрескивается, отделяется от ткани и сбрасывается в транспортирующее устройство. Освобожденную от осадка фильтровальную ткань промывают водой (регенерируют). Промывную воду, содержащую некоторое количество осадка (10 - 30 г/л), собирают и удаляют.

В процессе разделения пульпы и промывки осадка дренажная лента с фильтруемым продуктом последовательно проходит через 5 зон. Отвод фильтратов из вакуум-коробки осуществляется с использованием гибких шлангов и разделенного на отдельные секции вакуум-коллектора. Высокое качество отмывки фосфогипса от ЭФК достигается за счет организации трехкратной противоточной схемы водной промывки (две кислотные и одна водная). Водная промывка на третьей стадии осуществляется с отдельной подачей горячей промывной воды, подогретой острым паром до 60 – 80 °С, в два потока. При этом в качестве второго потока (25 % от общего) используется чистая промышленная вода.

Из отделения фильтрации из вакуум-сборников производственная ЭФК насосами подается по трубопроводу на склад в сборник. Удаление фосфогипса осуществляется сухим способом с использованием автономного узла погрузки фосфогипса в автотранспорт. Фосфогипс с ЛВФ поступает на ленточный конвейер и далее в приемный бункер. Подача фосфогипса из бункера в автосамосвалы производится ленточным питателем.

Очистка отходящих газов

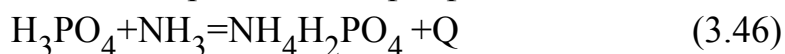
Улавливание фтористых соединений из отходящих газов производится известковым раствором. Система абсорбционной очистки фтористых газов из реактора разложения включает полый абсорбер, трехступенчатый абсорбер пенный скоростной (АПС), хвостовой вентилятор и три абсорбционных сборника, а от реактора дозревания -

полюй абсорбер, двухступенчатый АПС, хвостовой вентилятор и циркуляционный сборник. Орошение абсорберов осуществляется осветленной водой. Избыток абсорбционного раствора из сборников самотеком поступает в сборники, соединенные между собой переливным трубопроводом.

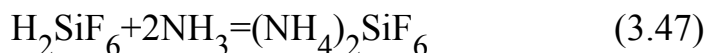
Система санитарно-технической абсорбционной очистки фтористых газов от баковой аппаратуры включает двухступенчатый АПС, хвостовой вентилятор и абсорбционный сборник. Подпитка системы санитарно-технической абсорбции производится промышленной водой и слабым раствором кремнефтористоводородной кислоты. Очищенные газы от систем технологической абсорбции направляются вентиляторами в общий газоход и далее выбрасываются в атмосферу через высотную трубу.

3.2.3. Производство аммофоса

В основе получения аммофоса лежат реакции нейтрализации фосфорной кислоты аммиаком с образованием фосфатом аммония по основным реакциям:



Моноаммонийфосфат образуется при нейтрализации до $\text{pH}=4,0 - 4,5$. Серная кислота, присутствующая как примесь в ЭФК, при аммонизации до pH более 3,0 образует сульфат аммония. При наличии в составе кислоты ионов кальция, магния, железа и алюминия при pH более 4 в твердую фазу выделяются фосфаты железа и алюминия, двухзамещенные фосфаты кальция и магния, магнийаммонийфосфат. Фтористые соединения нейтрализуются по реакции с образованием кремнефторида аммония:



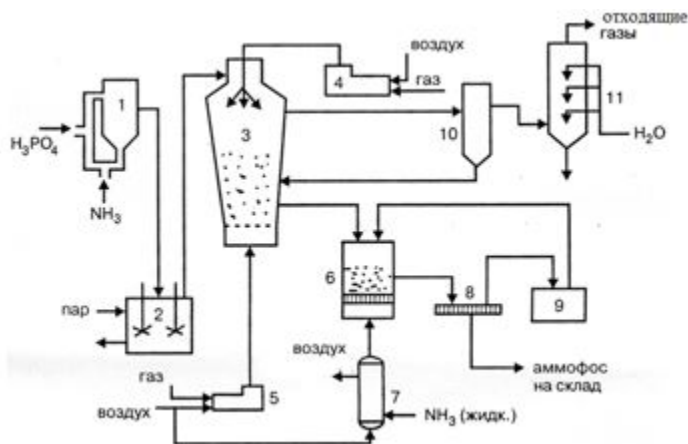
Для получения аммофоса с соотношением МАФ:ДАФ=4:1 нейтрализацию ЭФК проводят до молярного отношения $\text{NH}_3:\text{H}_3\text{PO}_4$ не более 1,1, что соответствует pH не более 5,0.

Степень нейтрализации ЭФК влияет на вязкость получаемой аммофосной пульпы: вязкость с увеличением pH свыше 1,5 увеличивается, что связано с постепенным изменением состава пульпы и количества выпадающей твердой фазы. При соблюдении оптимальных параметров ($\text{pH}=2,7 - 4,5$) аммофосная пульпа подвижна, не теряет текучести.

Процесс нейтрализации ЭФК сопровождается выделением тепла, в результате чего аммофосная пульпа разогревается до температуры 70 – 95 °С, что приводит к испарению из нее части воды. Аммофосная пульпа, полученная при нейтрализации ЭФК аммиаком, содержит 50 - 60 % воды.

В зависимости от состава применяемой ЭФК для производства аммофоса применяют следующие виды технологических схем:

Схемы, основанные на нейтрализации не упаренной (20 - 30 % P_2O_5) ЭФК с последующим обезвоживанием суспензии в распылительных сушилках или сушилках кипящего слоя (Рисунок 3.23).



1 – аппарат САИ; 2 – сборник пульпы; 3 – аппарат РКСГ; 4,5 – топки; 6 – холодильник кипящего слоя; 7 – установка для охлаждения воздуха; 8 – грохот; 9 – дробилка; 10 – циклон; 11 – абсорбер

Рисунок .. Технологическая схема производства аммофоса с РКСГ

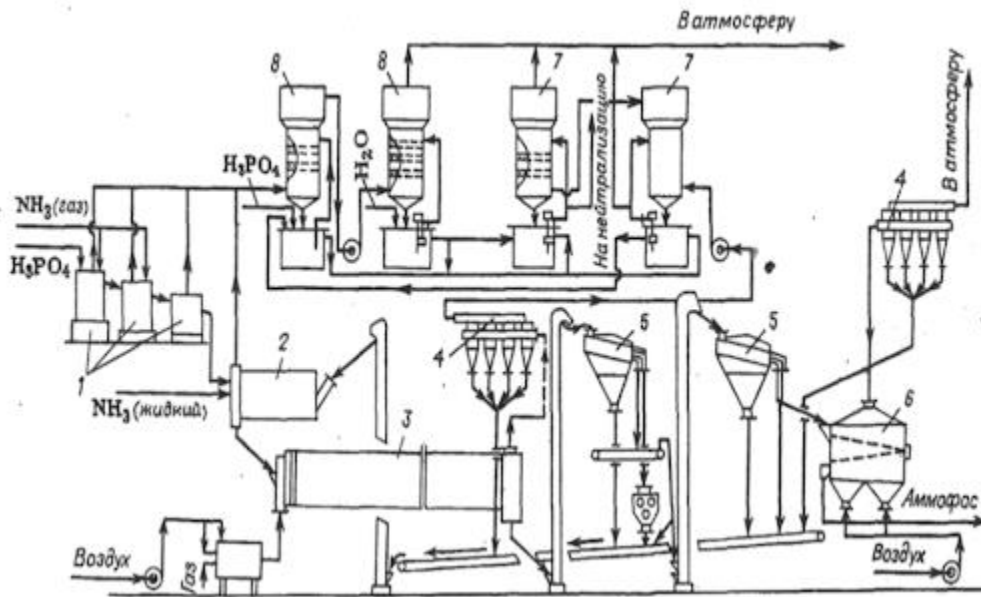
Технологическая схема производства аммофоса с использованием аппарата Распылительная сушилка-гранулятор с кипящим слоем (РКСГ) (Рисунок 3.23) позволяет соединить в одном аппарате операции упаривания пульпы, грануляции и сушки продукта, что обеспечивает высокую интенсивность всех стадий процесса при малых затратах тепла и электроэнергии.

ЭФК концентрацией 25 - 28 % и газообразный аммиак поступают в аппарат САИ (скоростной аммонизатор-испаритель) 1 при мольном отношении $NH_3:NH_3PO_4 = 1:1$. За счет теплоты нейтрализации температура пульпы поднимается до $110\text{ }^{\circ}C$, и часть воды испаряется. Затем атмосферная пульпа через сборник 2, обогреваемый паром, подается в верхнюю часть аппарата РКСГ 3, где распыляется топочными газами из топки 4, нагретыми до $700\text{ }^{\circ}C$. Пульпа упаривается, и ее частицы опускаются в нижнюю часть аппарата, в которой топочными газами, поступающими из топки 5, создается кипящий слой. Здесь порошкообразный продукт гранулируется и высушивается. Высушенные гранулы поступают в холодильник кипящего слоя 6, в который подается воздух из холодильной установки 7, охлаждаемой жидким аммиаком. Охлажденные гранулы аммофоса сортируются на грохоте 8. Товарная продукция нужной дисперсности поступает на склад, а крупная фракция измельчается на дробилке 9 и возвращается в холодильник 6. Газы из аппарата РКСГ проходят через циклон 10, где отделяется пыль

аммофоса, возвращаемая в аппарат, и поступают на абсорбцию аммиака и фтороводорода в абсорбер 11, орошаемый водой.

Недостатком данного способа являются высокие энергозатраты на сушку в кипящем слое топочных газов, громоздкость технологической схемы и недостаточно высокий выход (85 - 95 %) аммофоса из РКСГ.

Схемы, основанные на нейтрализации концентрированной упаренной ЭФК (48 - 54 % P_2O_5). В таких схемах (Рисунок 3.24) нейтрализацию ведут в две ступени сначала в нейтрализаторах 1, а затем в барабанном аммонизаторе-грануляторе (АГ) 2 с последующей сушкой суспензии в барабанном грануляторе-сушилке 3 (БГС).



1 – нейтрализаторы; 2 – аммонизатор-гранулятор; 3 – сушильный барабан; 4 – циклоны; 5 – грохоты; 6 – охладитель гранул; 7,8 – абсорберы

Рисунок .. Схема производства гранулированного аммофоса с аммонизатором-гранулятором

Упаренную фосфорную кислоту (52 % P_2O_5) подают из хранилища в каскадно расположенные емкостные нейтрализаторы с мешалками. Одновременно в нейтрализаторы поступают стоки от систем абсорбции, в результате чего концентрация фосфорной кислоты снижается до 47 - 48 % P_2O_5 , разбавление необходимо для обеспечения текучести пульпы. Полученная в нейтрализаторах пульпа самотеком поступает в аммонизатор-гранулятор 2, где доаммонизируется жидким аммиаком до $NH_3:H_3PO_4=1,15$. Здесь же происходит смешение пульпы с ретуром и укрупнение гранул аммофоса за счет кристаллизации на их поверхности солей, растворимость которых меняется в зависимости от pH пульпы. Влажность материала в грануляторе поддерживают в пределах 1 - 2 % при помощи ретура.

Гранулированный продукт сушат в прямоточной барабанной сушилке 3 дымовыми газами, получаемыми при сжигании топлива в топке. Высушенные гранулы рассеивают на вибрационных грохотах 5. Мелкую фракцию в качестве ретура возвращают в аммонизатор-гранулятор.

Крупную фракцию направляют в валковую дробилку; измельченный продукт возвращают в процесс вместе с мелочью. Товарную фракцию охлаждают атмосферным воздухом в холодильнике 6 до температуры не более 60 °С. Охлажденный продукт направляют на склад.

Схемы, основанные на нейтрализации неоперенной (20 - 30 % P_2O_5) ЭФК с последующей упаркой аммофосной суспензии, гранулированием и сушкой продукта в аппарате БГС.

Для производств, работающих на слабой экстракционной фосфорной кислоте, полученной разложением фосфоритов Каратау (с содержанием 24 - 25 % P_2O_5), наиболее рациональной и приемлемой является схема с упаркой аммофосной суспензии и совмещенной сушкой и гранулированием в аппарате БГС.

В этом случае процесс получения аммофоса протекает через следующие стадии:

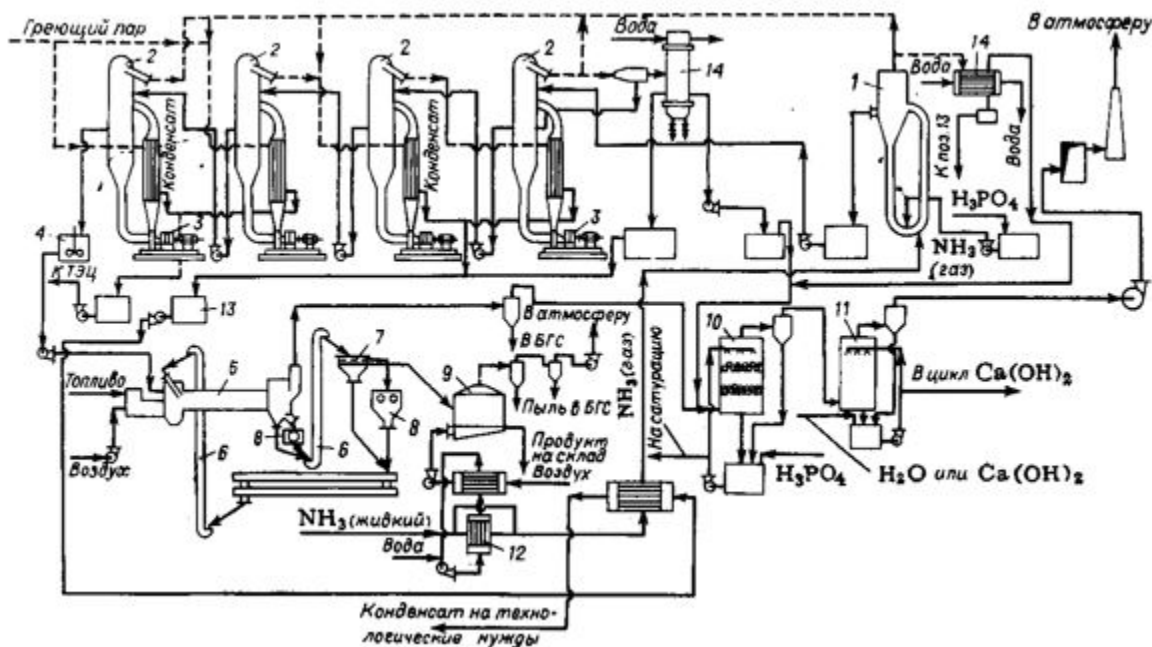
- нейтрализация ЭФК аммиаком;
- выпаривание аммонизированной пульпы;
- грануляция и сушка;
- классификация высушенного продукта;
- охлаждение готового продукта;
- кондиционирование готового продукта;
- очистка отходящих газов;
- транспортировка на склад готового продукта.

Технологическая схема получения аммофоса по методу с упаркой и сушкой аммофосной суспензии приведена на Рисунке 3.25.

В этой схеме удаление воды происходит на стадиях аммонизации фосфорной кислоты за счет экзотермичности реакций, упаривания аммонизированной суспензии и сушки продукта.

Фосфорную кислоту концентрации 22 - 29 % P_2O_5 нейтрализуют газообразным аммиаком в аппарате САИ с временем пребывания 2 - 3 минуты или жидким аммиаком в каскаде сатураторов-нейтрализаторов с мешалками. В САИ реакционная масса вскипает за счет экзотермичности процесса и концентрируется. Пар из сепаратора отводится в теплообменник, в котором он нагревает исходную кислоту и конденсируется. В случае использования сатураторов жидкий аммиак под давлением не более 1,6 М подается через барботеры. В первом сатураторе нейтрализация ЭФК

ведется до мольного отношения $\text{NH}_3:\text{H}_3\text{PO}_4$ (далее - МО) 0,4 - 0,5, что соответствует $\text{pH}=1,9 - 2,2$. Далее частично аммонизированная пульпа перетекает во второй сатуратор для последующей нейтрализации до $\text{МО}=1,06 \div 1,1$ ($\text{pH}=2,7 - 4,0$).



1 - аппарат САИ, 2 - выпарные аппараты, 3 - циркуляционные насосы, 4 - сборник упаренной суспензии, 5 - аппарат БГС, 6 - элеватор, 7 - грохот, 8 - валковая дробилка, 9 - охладитель КС, 10 - абсорбер с плавающей насадкой, 11 - полая башня, 12 - испаритель жидкого аммиака, 13 - промежуточная емкость, 14 - теплообменник

Рисунок .. Технологическая схема производства аммофоса с аппаратом БГС и упаркой пульпы

Аммофосная суспензия концентрируется в трехкорпусной выпарной установке до снижения содержания воды от 55 - 56 до 18 - 25 %. Упаривание пульпы производится топочными газами, поступающими в выпарной аппарат через барботажную трубу, заглубленную под слой пульпы, находящейся в выпарном аппарате. Топочные газы получают в газоздушных калориферах путем сжигания природного газа. Давление природного газа, поступающего в калорифер, равно 30 – 40 кПа, объемный расход не более $1500 \text{ м}^3/\text{ч}$. Отходящие от выпарных аппаратов газы с температурой не более 90°C по газоходу направляются на очистку в абсорбционный аппарат АПС. Упаренная аммонизированная пульпа из выпарных аппаратов поступает в сборники.

Далее суспензию с температурой $112 - 115^\circ \text{C}$ гранулируют в смеси с ретуром и высушивают в аппарате БГС. Аппарат БГС представляет собой барабан диаметром 4,5 м, длиной 16 м, установленный наклонно в сторону движения материала. Скорость вращения барабана – 4,5 - 6,0 об/мин. В барабане установлен обратный шнек и имеются

две зоны предварительной классификации. В загрузочной части аппарата БГС имеется приемно-винтовая насадка для предотвращения скопления продукта, в зоне грануляции и сушки – лопастная насадка для создания завесы в области распыливания пульпы форсунками, обеспечения требуемой длительности пребывания продукта в аппарате и улучшения процесса окатывания гранул. Выгрузка готового продукта происходит непрерывно через выгрузочную камеру с классификатором и газоход для отвода топочных газов. Кратность циркуляции ретур изменяется в пределах (1 - 5):1.

Сушка в БГС распыляемой на ретур пульпы производится топочными газами, получаемыми при сжигании природного газа в горелке "Генератор горячего газа". Температура топочных газов на входе в БГС - не более 850 °С, температура отходящих из БГС газов - (80 - 120) °С. Температура отходящих газов регулируется дистанционно путем изменения расхода пульпы, подаваемой на сушку в БГС или путем изменения расходов природного газа и воздуха на горение и разбавление в горелке. В процессе сушки в газовую фазу выделяется 5 - 8 % аммиака от исходного расхода и 2 - 3 % фтора от вводимого с ЭФК ввиду частичного разложения образующихся солей. Отходящие из БГС топочные газы, содержащие пары воды, аммиак, соединения фтора и пыль готового продукта подвергаются очистке в системе абсорбции.

Высушенный продукт разделяется по фракциям на вибрационных двухситовых грохотах. После охлаждения и рассеивания продукта на грохоте мелкую фракцию возвращают в качестве внешнего ретура в БГС. Крупную фракцию отправляют на дробление и повторный рассев.

Товарную фракцию продукта охлаждают до 45 - 55 °С в аппарате КС для охлаждения воздуха, подаваемым вентилятором под решетку аппарата. Охлажденный продукт подвергается кондиционированию в барабане-кондиционере кондиционирующей смесью для снижения слеживаемости удобрения; готовый продукт отправляют на склад готовой продукции.

Такая схема с одностадийной аммонизацией и упаркой оправдана и применяется в производстве аммофоса на ТОО "ЗМУ", она обладает рядом преимуществ, такими как простота технологической схемы и управления процессом. Вместе с тем этот вариант имеет и недостатки, связанные с высоким проскоком аммиака, что, следовательно, вызывает более высокие затраты на абсорбционное оборудование. Для облегчения работы узла абсорбции отходящих газов на ТОО "ЗМУ" предложена модернизированная схема двухступенчатой аммонизации, которую можно отнести к наилучшим доступным технологиям [44 - 45].

Модернизация узла аммонизации в производстве аммофоса

В действующей технологической схеме производства аммофоса выполнена модернизация узла аммонизации, позволившая сократить потери аммиака в газовую фазу и существенно снизить нагрузку на отделение абсорбции отходящих газов, а

также снизить поступление водяных паров в БГС. Основным внедренным в схему новым элементом является трубчатый реактор-смеситель, предназначенный для второй ступени нейтрализации – до нейтрализации упаренной пульпы. Принципиальная схема основных стадий производства изображена на Рисунке 3.26.



Рисунок .. Принципиальная схема получения аммофоса с промежуточной упаркой суспензии

Технологическая схема производства аммофоса представлена на Рисунке 3.27. ЭФК из хранилища фосфорной кислоты с помощью насоса подается по желобу в сатураторы с мешалками. Жидкий аммиак из отделения жидкого аммиака под давлением не более 1,6 МПа подается через барботеры в сатураторы. В сатураторах нейтрализация ведется до мольного отношения $\text{NH}_3:\text{H}_3\text{PO}_4$ (далее МО) $\text{МО}=0,7$ моль/моль ($\text{pH}=2,6$). Из сатураторов кислая аммонизированная пульпа через щелевые расходомеры самотеком поступает по желобу в выпарные аппараты.

Упаривание пульпы производится, как и в предыдущей схеме топочными газами, поступающими в выпарной аппарат через барботажную трубу, из газоздушных калориферов, где получают их путем сжигания природного газа. Отходящие от выпарных аппаратов газы с температурой не более $150\text{ }^\circ\text{C}$ по газоходу направляются на

очистку в абсорбционный аппарат АПС. Упаренная аммонизированная пульпа из выпарных аппаратов насосами подается в трубчатые реакторы 1,2, в которые подводится жидкий аммиак с давлением не менее 0,60 МПа (6 кгс/см²) для доаммонизации. Схема трубчатого реактора приведена на Рисунке 3.28 [47].

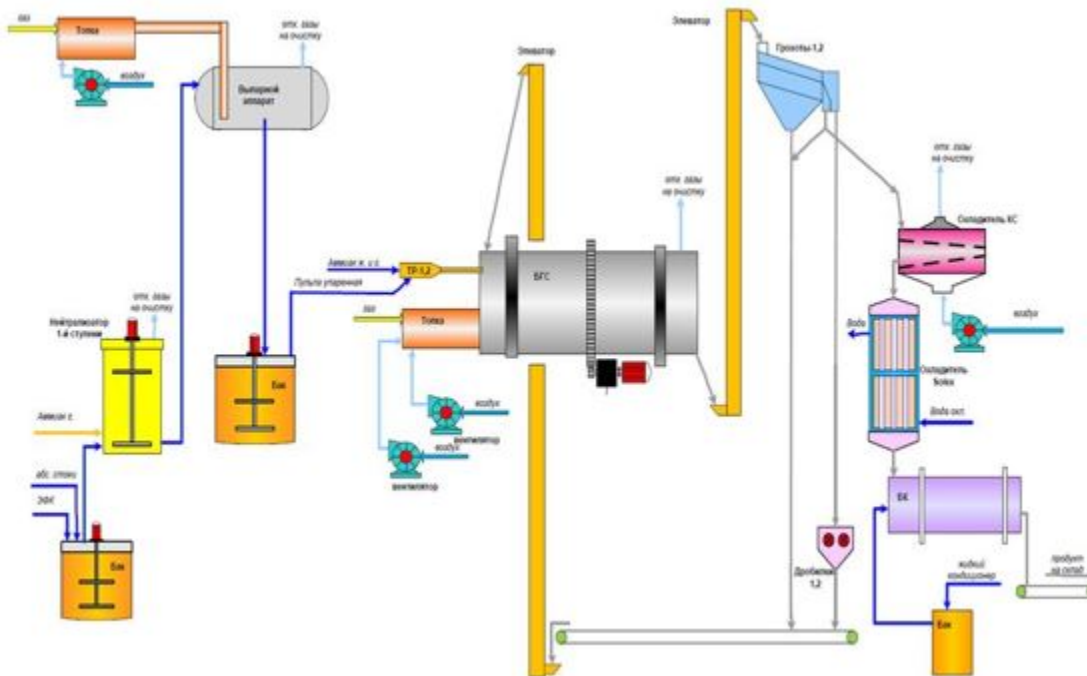
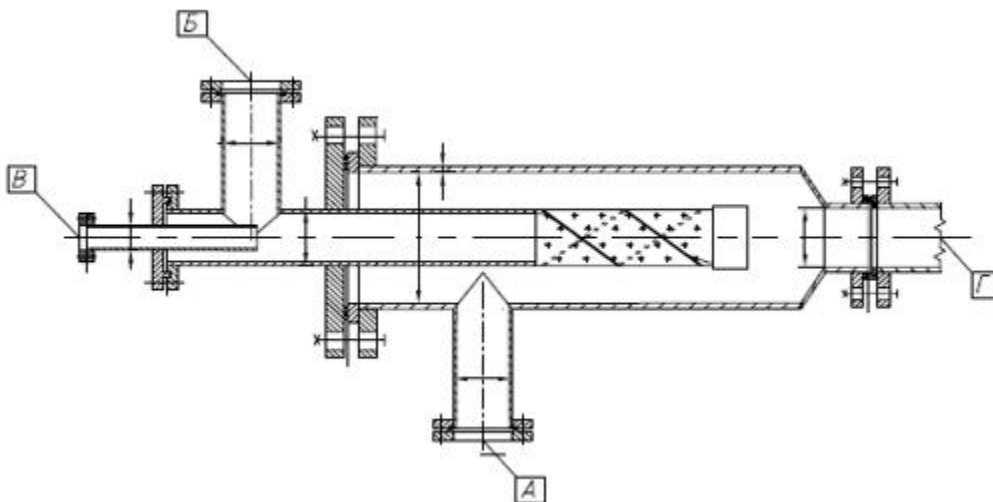


Рисунок .. Технологическая схема производства аммиака с двухступенчатой аммонизацией

Процесс до аммонизации контролируется по значению концентрации азота (N) в готовом продукте. Аммиак на вторую стадию аммонизации подают с небольшим избытком ввиду "проскока" непрореагировавшего аммиака в трубчатом реакторе и термического разложения фосфатов аммония в процессе сушки.



А – вход частично нейтрализованной, упаренной фосфатной пульпы; Б – вход жидкого аммиака; В – вход пара; Г – выход полностью нейтрализованной фосфатной пульпы

Рисунок .. Схема трубчатого реактора

Трубчатый реактор является аппаратом, обеспечивающим скоростное смешивание и взаимодействие реагентов с образованием полупродукта для получения минеральных удобрений. Принцип работы трубчатого реактора основан на интенсивном смешении потоков в смесительной камере. Предлагаемый трубчатый реактор имеет два ввода реагентов: "кислая" пульпа и жидкий аммиак. Жидкий аммиак вводится коаксиально через торцевую крышку реактора, "кислая" пульпа вводится тангенциально по отношению к камере смешения. Тангенциальный ввод обеспечивает закручивание аммонизированной пульпы вокруг перфорированного аммиачного патрубка, что обеспечивает равномерную объемную реакцию.

Образующаяся пульпа фосфатов аммония не налипает на внутренней поверхности распределителя, а отдувается от него струями аммиака. Образовавшаяся пульпа через сопло удаляется из реактора. В данной конструкции перемешивание происходит по всему объему реактора. После трубчатых смесителей пульпа посредством распылительных форсунок подается в аппараты БГС. Для равномерного ввода аммонизированной пульпы на входе в БГС устанавливается классическая форсунка для распыливания пульпы. Последующие стадии соответствуют аналогичной схеме с одноступенчатой аммонизацией в сатураторах.

Реализация двухступенчатой нейтрализации (первая ступень на стадии сатурации, вторая ступень в компактном трубчатом смесителе) позволяет получать после стадии выпаривания пульпу с более низкой влажностью до 35 % за счет перевода первой ступени нейтрализации в "кислый" режим. При этом увеличение влагосъема на стадии выпаривания за счет улучшения свойства текучести "кислой" пульпы разгружает аппараты БГС на стадии гранулирования и сушки по испаряемой воде до приемлемого показателя, позволяющего получать продукт с требуемыми физико-химическими показателями. Преимуществом такой схемы является высокая интенсивность аммонизации в трубчатом реакторе и высокая степень аммонизации, обеспечивающая снижение нагрузки на абсорбционное оборудование.

Применение в производстве аммофоса высокоэффективного аппарата – трубчатого реактора в связке с правильно подобранным расположением распылительной форсунки позволит существенно увеличить производительность системы и улучшить технико-экономические показатели производства. Повышение производительности технологической системы предусматривает увеличение объема пульпы фосфата аммония, подаваемой в БГС через форсунку. Данный факт главным образом связан с тем, что вязкость пульпы после донейтрализации в трубчатом реакторе достаточно невысокая по сравнению с классической схемой двухступенчатой нейтрализации.

Усовершенствованная технология аммофоса с двухступенчатой аммонизацией фосфорной кислоты позволяет сократить потери аммиака в газовую фазу и существенно снизить нагрузку на отделение абсорбции отходящих газов, а также снизить поступление водяных паров в БГС. Применение для донейтрализации упаренной пульпы высокоинтенсивного трубчатого реактора-смесителя обеспечивает высокую степень аммонизации и повышение производительности системы.

Очистка отходящих газов

Отходящие из БГС газы проходят сухую очистку от пыли аммофоса в циклоне. Уловленная в циклоне пыль ленточным конвейером передается в БГС в качестве внешнего ретура. После циклона газ проходит мокрую очистку от аммиака, соединений фтора и остаточных количеств пыли в абсорбере Вентури, который орошается слабой ЭФК плотности 1,28 - 1,30 г/см³ (рН=1). Очищенный газ с капельками кислоты поступает в нижнюю часть абсорбера пенного скоростного (АПС), где отделяется жидкость, а отходящие газы поднимаются в верхнюю часть абсорбера АПС, который орошается промышленной водой.

Отходящие газы после выпарных аппаратов и брызгоуловителей очищаются в двухступенчатом абсорбере АПС от аммиака, фтора и пыли аммофоса. Аналогичную очистку проходят газы, отсасываемые от хранилища ЭФК, сатураторов, напорных баков и сборников. Орошение абсорберов проводится промышленной водой. Аспирационные отсосы от грохотов, элеваторов и ленточных конвейеров также проходят двухстадийную очистку в циклонах и абсорберах АПС. Очищенный газ, выходящий из абсорберов, вентилятором выбрасывается в атмосферу через выхлопную трубу.

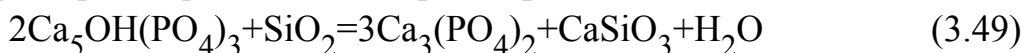
3.2.4. Производство ТКФ

Обесфторенные фосфаты производятся двумя способами. Для переработки тугоплавкого апатитового концентрата, содержащего не более 5 % SiO₂, применяется метод спекания сырья со смачиванием его разбавленной фосфорной кислотой без добавки кварцита. Более легкоплавкие фосфориты Каратау перерабатываются методом плавления ввиду того, что высокое содержание пустой породы, в частности, 20 - 30 % кремнезема, позволяет снизить температуру плавления и проводить процесс в расплаве. Снижению температуры также способствует повышенное (по сравнению с апатитом) содержание соединений железа и алюминия.

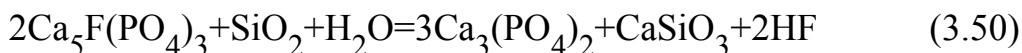
Сущность процесса гидротермической переработки фосфоритов Каратау состоит в разрушении кристаллической решетки фторапатита под воздействием высокой температуры (1450 - 1500 °С) и водяных паров, образующихся при сжигании природного газа, с выделением фтора из кристаллической решетки в газовую фазу. При этом протекает основная реакция с образованием гидроксилapatита:



В присутствии кремнезема образуются твердые растворы фосфата и силикатов кальция – силикофосфаты разного состава (в зависимости от содержания кварцита в сырье), растворимые в 0,4 % растворе соляной кислоты:



Суммарная реакция гидротермической обработки фосфатного сырья выражается уравнением:



Так как фосфатное сырье Каратау содержит соединения магния, то вместе с силикатом кальция образуются и силикаты магния. Оптимальной температурой, при которой достигается практически полное выделение фтора в газовую фазу по реакции (3.48), является 1450 - 1500°C. Плавление фосфатного сырья осуществляется в циклонной печи. Основные стадии производства представлены на принципиальной схеме (Рисунок 3.29) [32].

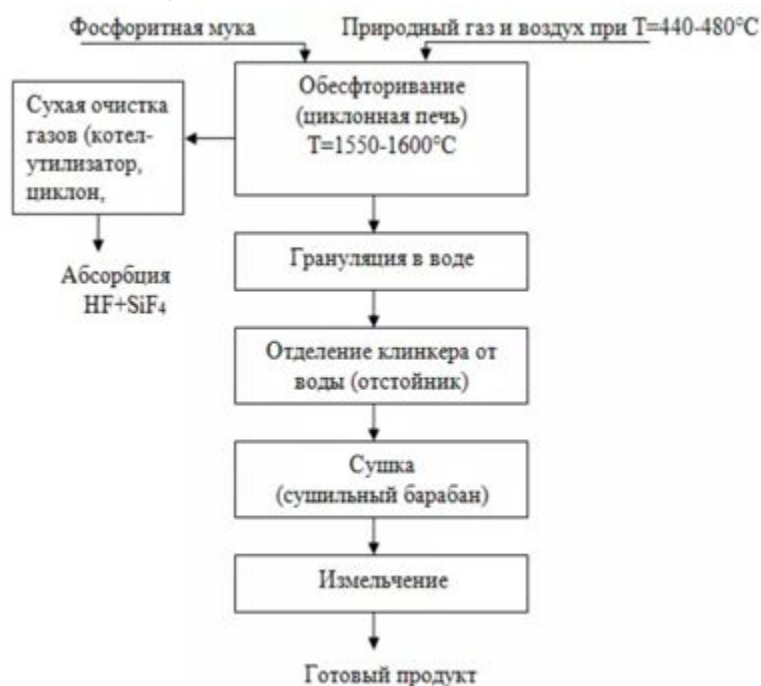
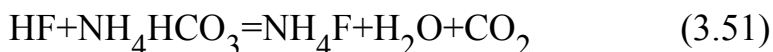


Рисунок .. Принципиальная схема получения КОФ методом циклонной плавки

Гидротермическая переработка фосфоритов

В процессе гидротермической переработки фосфоритов Каратау 92 - 98 % фтора выделяется в виде газообразного фтороводорода (HF), который характеризуется высокой температурой и запыленностью. Тепло отходящих газов утилизируется в котле-утилизаторе энерготехнологического агрегата. Сухая очистка отработанных в котле газов от пыли производится в пылеуловителе и сухом электрофилт্রে, а газообразные фтористые соединения поглощаются из газов путем карбонатно-аммиачной известковой абсорбции по реакции:



Процессы плавления фосфатного сырья и получения пара производятся в энерготехнологическом агрегате ЭТА-ЦФ- 7Н (далее ЭТА), который состоит из следующих основных узлов (Рисунок 3.30):

технологического циклона с камерой расплава (радиационная часть ЭТА);
котла-утилизатора, образующего камеру охлаждения фторсодержащих газов;
экранных поверхностей камеры охлаждения на входе и выходе фторсодержащих газов;

барабана котла-утилизатора;

выносных циклонов;

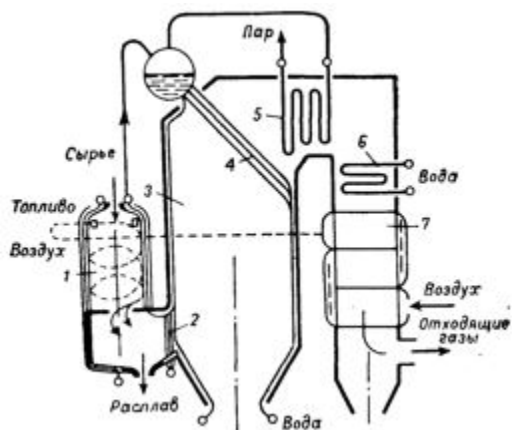
пароперегревателей;

пароохладителя;

воздухоподогревателя и водяного экономайзера;

холодной воронки.

Снаружи энерготехнологический агрегат теплоизолирован.



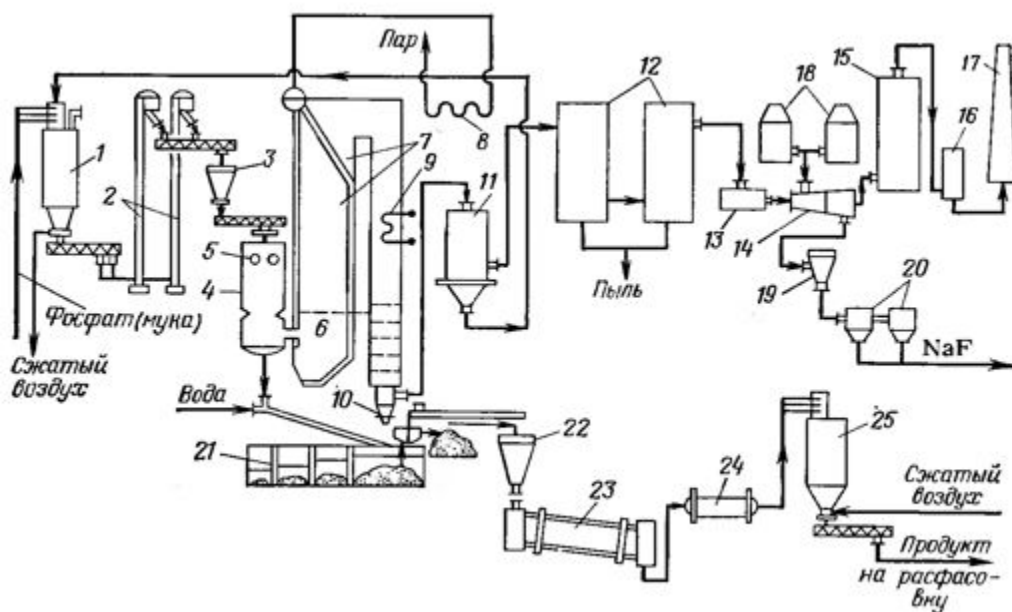
1 - циклонная печь; 2 - сепаратор расплава; 3 - радиационный котел (камера охлаждения); 4 - охлаждающий элемент; 5 - пароперегреватель; 6 - экономайзер (водяной); 7 - воздухоподогреватель

Рисунок .. Принципиальная схема циклонного энерготехнологического агрегата

Технологическая схема получения КОФ циклонной плавкой приведена на Рисунке 3.31. Фосфоритная мука из бункера 1 сжатым воздухом с помощью форсажных камер подается в бункер плавильного отделения 3, откуда поступает в технологический циклон 4 ЭТА. Отработанный транспортирующий воздух, пройдя очистку от пыли, через выхлопную трубу выбрасывается в атмосферу. Уловленная пыль возвращается в промежуточный бункер.

Для плавления фосфоритной муки применяется высокотемпературная газоздушная смесь, полученная при сжигании природного газа. Природный газ и подогретый до 440 - 480 °С воздух для его горения вводятся в циклонную печь 4 через четыре горелки 5, расположенные в его верхней камере. Вследствие тангенциального

расположения горелок создается турбулентный поток газовой смеси, под действием которого подаваемое в циклон фосфатное сырье отбрасывается на внутреннюю поверхность циклона, плавится, обесфториваясь. Плав по стенке стекает вниз, образуя гарнисаж, и попадает в камеру (сепаратор) расплава 6. В сепараторе расплава происходит разделение плава и отходящих фторсодержащих газов. Плав из камеры расплава через лоток вытекает на грануляцию и охлаждение, которые осуществляются в обильном объеме охлаждающей воды. Вытекающий из лотка технологического циклона плав фосфатного сырья вследствие охлаждения образует настыли на отверстиях лотка. Очистка лотка от настылей производится путем ручной механической очистки.



1, 22 - бункеры; 2 - элеваторы; 3 - промежуточный бункер; 4 - циклонная камера; 5 - горелки; 6 - сепаратор расплава; 7 - радиационный котел; 8 - пароперегреватель; 9 - экономайзер; 10, 11 - пылеуловитель; 12 - сухой электрофильтр; 13 - 16 - абсорбционное устройство; 17 - выхлопная труба; 18 - хранилище карбонатно-аммиачных растворов; 19 - сгуститель; 20 - емкости для содового растворителя; 21 - грануляционный бассейн; 23 - сушилка; 24 - шаровая мельница, 25 - бункер готового продукта

Рисунок .. Технологическая схема производства обесфторенного фосфата в циклонном энерготехнологическом агрегате

Подготовка питательной воды

В процессе получения пара в котле-утилизаторе ЭТА в качестве теплоносителя используется химочищенная, деаэрированная вода. В исходной воде, поступающей на химочистку, содержатся взвешенные (механические) и растворенные примеси, к которым относятся соединения кальция и магния, железа, алюминия и коллоидно-растворенные соединения. Соли жесткости и другие нерастворимые в воде

соединения откладываются в виде накипи на внутренних поверхностях нагрева, резко ухудшая условия теплопередачи. При низком значении рН питательной воды усиливаются коррозионные процессы, т.е. разъедание и появление язвин на внутренних сторонах поверхностей нагрева котла. Наличие в воде взвешенных примесей вызывает вспенивание и выброс воды из котлов в паропроводы, ухудшение качества вырабатываемого пара, увеличение шламосодержания.

Качество используемой в котле-утилизаторе воды должно обеспечивать его работу без коррозионных повреждений, отложений накипи, шлама и получение пара с содержанием в нем вредных примесей, не превышающих допустимых значений. Химическая очистка воды производится в две ступени:

- предварительное осветление в механических фильтрах;
- умягчение воды по противоточной схеме натрий-катионирования.

Предварительное осветление в механических фильтрах заключается в фильтровании исходной воды через слои фильтрующих материалов и осветления ее от взвесей. Взрыхляющая промывка механических фильтров выполняется осветленной водой и сжатым воздухом в направлении снизу вверх. Сброс взрыхляющей воды от фильтров выполняется по трубопроводу дренажей в баки сбора сточных вод. Опорожнение фильтра производится в дренажный канал.

Умягчение осветленной воды осуществляется по противоточной схеме методом катионного обмена в Na^+ -катионитовых фильтрах, которые загружены катионитом и сульфоглем. Умягчение основано на способности катионитов поглощать из воды катионы кальция и магния, отдавая воде ионы натрия, которыми предварительно насыщают материал. При фильтрации воды через слой катионирующего материала катионы обмениваются, вследствие чего общая жесткость воды снижается, щелочность не меняется, а сухой остаток несколько возрастает.

Фильтрование воды через слой катионита ведется до достижения предельно-допустимой жесткости в фильтрате не более 5 мкмоль/дм^3 . После насыщения катионита катионами Ca^{2+} и Mg^{2+} регенерацию катионита осуществляют, пропуская через загрузочные слои фильтра раствор хлорида натрия (поваренной соли). После регенерации фильтры отмывают исходной водой до жесткости не более 5 мкмоль/дм^3 . Стоки после регенерации и отмывки фильтров стекают в промливневую канализацию и направляются в шламонакопитель.

Исходная вода, поступающая на химическую обработку, может содержать растворенные в ней газы-кислород, диоксид углерода, азот и др. Для удаления газов из питательной воды применяется термическая деаэрация путем подачи в воду пара, представляющая собой сочетание процессов теплообмена и массообмена (удаление

выделившихся газов из воды в паровую среду). Химочищенная вода подается на деаэрацию до содержания кислорода не более 20 мкг/кг; нитритов в пересчете на кислород (O_2) – не более 20 мкг/кг, углекислый газ должен отсутствовать.

Усовершенствованная схема производства ТКФ

Действующее на ТФ ТОО "Казфосфат" заводе "МУ" производство ТКФ неоднократно подвергалось модернизации, в результате чего технологическая схема была существенно усовершенствована, а именно:

сухие электрофилтры для очистки газов от пыли заменены инерционно-вихревые пылеуловители;

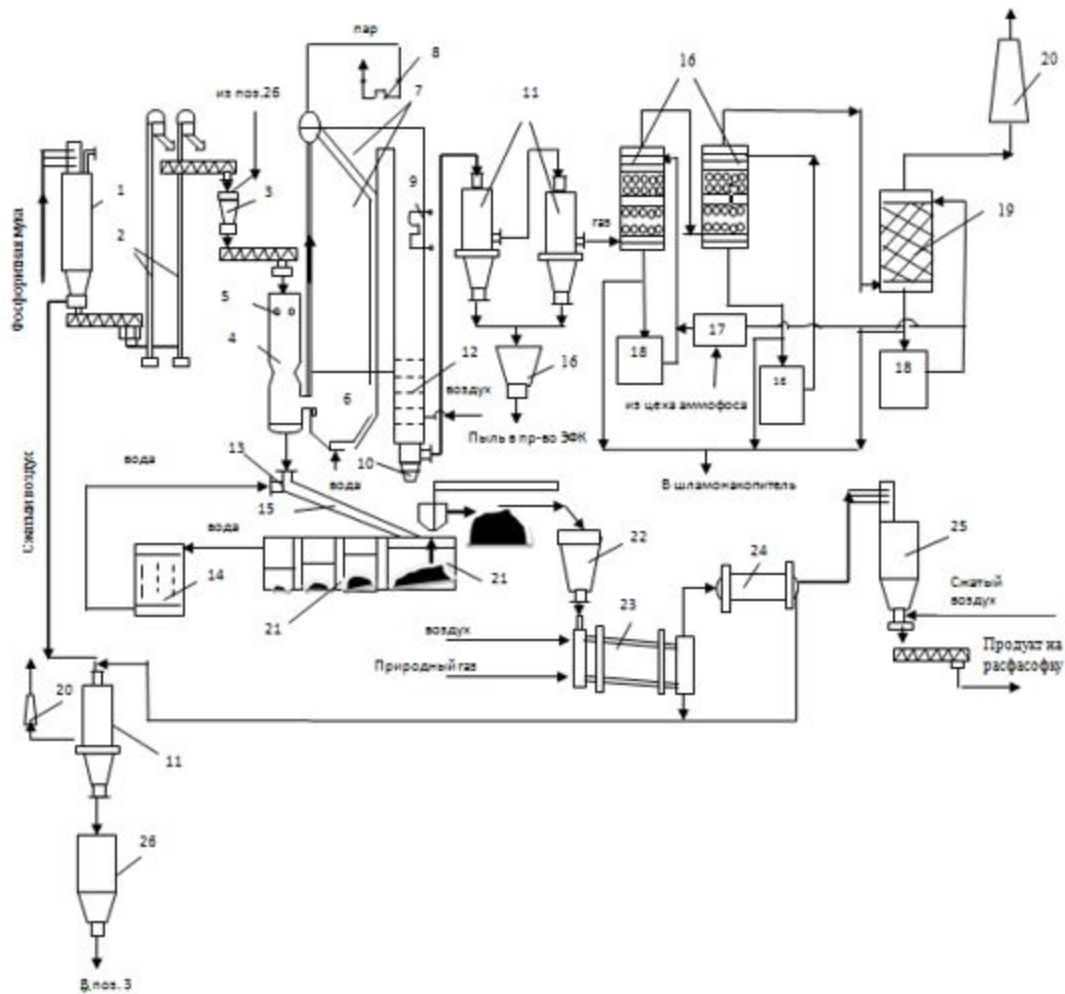
карбонатно-аммиачная абсорбция отходящих газов заменена на известковую;

смонтирован узел смешения плава гранулята с термической фосфорной кислотой с целью получения трикальцийфосфата кормового высшего сорта;

на узле грануляции плава трикальцийфосфата установлен пневмо импульсный аппарат для очистки летки от настылей плава.

Модернизация позволила увеличить мощность производства, снизить затраты на очистку отходящих газов и эксплуатацию оборудования и повысить качество продукта. Внедрение пневмоимпульсного аппарата для очистки летки существенно интенсифицировал процесс очистки летки от настылей плава. В связи с требованием рынка на кормовые фосфаты с содержанием фосфора 16 % и более на базе оборудования цеха КОФ разработана технология получения трикальцийфосфата высшего сорта, содержащего (37 ± 1) % соляно растворимой формы P_2O_5 с применением гранулята трикальцийфосфата и ортофосфорной термической кислоты.

Усовершенствованная схема производства КОФ приведена на рисунке 3.32. Процессы плавления фосфатного сырья в энерготехнологическом агрегате и подготовки питательной воды производятся аналогично, как описано в разделе 3 при описании отделения плавления и фильтрации жидкой серы. Функционирование модернизированных узлов приведено в следующих подразделах.



1, 22 - бункеры; 2 - элеваторы; 3 - промежуточный бункер; 4 - циклонная печь;
 5 - горелки; 6 - сепаратор расплава; 7 - радиационный паровой котел; 8 - пароперегреватель; 9 - водяной экономайзер; 10 - циклон; 11 - инерционно-вихревой пылеуловитель; 12 - подогреватель воздуха; 13 - приемная камера, 14 - градирня; 15 - гранжелоб; 16 - аппарат АПН; 17 - сгуститель; 18 - приемный бак; 19 - санитарная башня, 20 - выхлопная труба; 21 - грануляционный бассейн; 23 - сушильный барабан; 24 - шаровая мельница, 25 - бункер готового продукта; 26 - приемный бункер пыли.

Рисунок .. Усовершенствованная технологическая схема производства обесфторенного фосфата методом плавления

Получение энергетического пара

Отходящие из технологического циклона газы после отделения плава проходят через сепаратор расплава 6, где из них дополнительно улавливаются содержащиеся частицы расплава фосфатного сырья, которые вносятся в котел-утилизатор ЭТА. В камере охлаждения частицы плава конденсируются и извлекаются из камеры через холодные воронки. Далее отходящие газы поступают в котел-утилизатор (7), где последовательно проходят камеру охлаждения, пароперегреватель (8), воздухоподогреватель (10) и водяной экономайзер (9). Из деаэратора часть воды

поступает в пароохладитель, а другая часть – в водяной экономайзер котла-утилизатора, после чего вся вода поступает в барабан котла через питательную перфорированную трубу, равномерно распределяясь по всей длине.

Из барабана по опускным трубам вода поступает в нижние камеры технологического циклона экранных панелей чистого отсека. По экранным трубам пароводяная смесь входит в барабан котла, где она разделяется на пар и воду. Пар через верхнюю щель пароприемного короба входит в паровое пространство барабана, а вода через нижние щели короба попадает в водяное пространство барабана, смешивается с питательной водой и идет по опускным трубам на повторную циркуляцию.

Упаренная котловая вода чистого отсека с солесодержанием не более 1100 мг/кг по трубам идет в выносные циклоны 10, образующие вторую ступень испарения. По пароотводящим трубам из верхних камер солевых отсеков пароводяная смесь входит в выносные циклоны тангенциально и сепарируется. Вода по опускным трубам идет на повторную циркуляцию, а пар по пароопускным трубам входит в паровой объем барабана и смешивается с паром чистого отсека. Весь пар из барабана котла направляется по трубам в приемную камеру пароперегревателя. Отсепарированная в циклонах вода выводится из барабана и идет в сепаратор на непрерывную продувку котла. Стоки продувочные сбрасываются в гранбассейн.

После перегрева в пароперегревателе, перегретый пар по паропроводу подается в паровые сети завода. Давление перегретого пара на входе в общий паропровод должно быть не более 3,0 МПа, температура не более 450 °С, солесодержание не более 0,45 мг/кг, массовый расход 15 - 35 тонн/ч.

По тракту движения через котел-утилизатор ЭТА газы охлаждаются до температуры: на выходе из камеры охлаждения не менее 600 °С; после пароперегревателя – не более 700 °С; после ЭТА - не более 280 °С.

В результате утилизации тепла отходящих газов котловой водой получают перегретый пар. В паровом котле генерируется 6,8 тонн пара на 1 тонну готового продукта, общий коэффициент использования теплоты достигает 90 %.

Очистка отходящих газов

Отходящие газы очищаются от пыли в двух последовательных аппаратах ИВПУ 11. Уловленная пыль собирается в бункере, по мере накопления она отгружается в железнодорожные цистерны и передается в производство ЭФК.

Фторсодержащие газы после ИВПУ вентилятором подаются на двухступенчатую известковую абсорбцию в два цилиндрических аппарата АПН – абсорберы с плавающей насадкой 16 (Рисунок 3.33), а затем – в санитарную башню. Фтористые соединения поглощаются из газов путем известковой абсорбции по реакции:

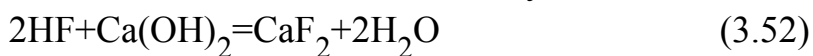




Рисунок .. Схема работы аппарата АПН

Раствор известкового молока с массовой долей $\text{Ca}(\text{OH})_2$ не менее 12 % и pH не менее 10 поступает из отделения нейтрализации цеха аммофоса в сгуститель, откуда погружным электронасосным агрегатом подается в циркуляционные баки первой и второй ступени абсорбции. Из циркуляционных баков раствор известкового молока подается на орошение аппаратов АПН на форсунки грубого распыла, над которыми расположен каплеуловитель.

На форсунки санитарной башни известковое молоко также подается из циркуляционного бака. Отработанный известковый раствор из санитарной башни поступает обратно бак. Из баков отработанный известковый раствор отводится в лоток гидроудаления и транспортируется в шламонакопитель. Процесс абсорбции организован в противоточном режиме, за счет которого обеспечивается максимальное контактирование газовой и жидкой фаз и более полное улавливание фтора из отходящих газов.

Грануляция плава трикальцийфосфата

Из камеры расплава технологического циклона ЭТА плавы вытекают в приемную камеру (13), где попадают в струю охлаждающей воды, подаваемой в побудительные сопла насосом под давлением. Плав в струе воды разбивается на гранулы, образующая смесь воды и гранул транспортируется по гранжелобу 15 в грануляционный бассейн 21.

Массовая доля фтора в гранулированном плаве из гранжелоба должна быть не более 0,2 %, а массовая доля P_2O_5 , растворимого в 0,4 %-ном растворе соляной кислоты $-(27\pm 1)$ %. Транспортирующая гранулированный плав вода после гранбассейна по соединительному каналу поступает в градирню 14, где охлаждается и при помощи электронасосного агрегата подается в приемную камеру ЭТА на охлаждение и грануляцию расплава.

Сушка и измельчение гранулята

По мере накопления гранулята в бассейне трикальцийфосфат периодически выгружается грейферным краном на площадку для предварительного обезвоживания. Площадка расположена рядом с бассейном и имеет в сторону последнего уклон для стока воды. После предварительного обезвоживания до массового содержания влаги не более 10 % гранулят с массовым расходом не менее 10 тонн/ч загружается в бункер 22 сушильного барабана 23, откуда дозируется в сушильный барабан при получении трикальцийфосфата первого сорта или в шнек-смеситель при получении продукта высшего сорта, куда также подается термическая ортофосфорная кислота с массовым расходом не более 2,8 тонн/ч. После смешения и взаимодействия компонентов смесь подается на сушку в сушильный барабан.

Сушка гранулята или смеси гранулята с кислотой осуществляется топочными газами, образующимися при сжигании природного газа в топке, куда также подается воздух. Топочные газы из топки поступают в сушильный барабан при температуре не более 850 °С. Массовая доля воды в высушенном грануляте на выходе из сушильного барабана должна быть не более 1 %. Топочные газы после сушильного барабана поступают в аппарат ИВПУ, где очищаются от пыли и через выхлопную трубу выбрасываются в атмосферу.

Высушенный гранулят подается в шаровую мельницу 24 на измельчение. В первой камере шаровой мельницы, заполненной стальными шарами, производится дробление и предварительное измельчение гранулята. Во второй камере, заполненной стальными цилиндрами, производится измельчение и помол. Из шаровой мельницы трикальцийфосфат поступает в бункер измельченного продукта 25. Размол плава в мельнице производится до нормируемой крупности, при которой остаток на сите с отверстиями диаметром 1 мм должен составлять не более 1 %. Запыленный продукт из шаровой мельницы проходит очистку в ИВПУ, а затем вентилятором через выхлопную трубу выбрасывается в атмосферу. Пыль, уловленная в ИВПУ, возвращается в промежуточный бункер.

Переработка уносов из-под холодных воронок

Уносы из-под холодных воронок представляют собой застывшие куски плава трикальцийфосфата с повышенным содержанием фтористых соединений, поэтому они не могут использоваться как готовый продукт, а утилизируются в производстве ЭФК.

Уносы из-под холодных воронок подаются в сушильный барабан, сушка осуществляется топочными газами, образующимися при сжигании природного газа. Топочные газы поступают в сушильный барабан при температуре не более 850 °С и после сушильного барабана поступают в аппарат ИВПУ, где очищаются от пыли и через выхлопную трубу выбрасываются в атмосферу.

Уносы после сушильного барабана подаются в шаровую мельницу на измельчение. Измельченные уносы выгружаются из мельницы в бункер для вывоза в цех ЭФК на

переработку. Запыленный воздух очищается от пыли в ИВПУ, затем выбрасывается в атмосферу. Пыль, образующаяся в ИВПУ, возвращается в бункер.

3.2.5. Выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух

Выбросы загрязняющих веществ в производстве серной кислоты

Технологические процессы как источники выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух:

узел разогрева печного отделения (сброс дымовых газов после котлопечного агрегата на свечу);

узел разогрева контактного отделения (сброс дымовых газов после теплообменника на свечу);

конечная абсорбция триоксида серы (содержание загрязняющих веществ в отходящих газах на выходе из выхлопной трубы).

Количество выбросов в общем случае зависят от температурного режима ведения процесса, эффективности катализатора и абсорбционного оборудования, начальной концентрации SO₂.

В таблице 3.39 представлены выбросы основных загрязняющих веществ, определенных как маркерные вещества.

Таблица .. Удельные выбросы маркерных загрязняющих веществ в производстве серной кислоты

№ п/п	Наименование технологического процесса	Наименование маркерного ЗВ	Концентрация выбросов, мг/м ³		ПДК м.р., мг/м ³	ПДК с.с., мг/м ³	Примечание
			Макс.	Мин.			
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Конечная абсорбция триоксида серы (2-стадийный процесс контактирования)	SO ₂	2394	506	0,5	0,05	Выброс отходящих газов через выхлопную трубу моногидратного абсорбера
2		H ₂ SO ₄	195	49	0,3	0,1	

Выбросы загрязняющих веществ в производстве ЭФК

Выбросы загрязняющих веществ (кислых фтористых газов) образуются в технологическом процессе разложения фосфоритной муки, дозревания фосфорнокислотной суспензии при заданном температурно-концентрационном режиме, а также при фильтрации ЭФК.

Для очистки отходящих газов от фтора перед выбросом в атмосферу используются абсорбционные системы. Подпитка технологических систем абсорбции производится промышленной водой с контролем и регулированием расхода и слабым раствором кремнефтористоводородной кислоты от санитарной системы абсорбции.

Технологическая абсорбция фтористых газов предусматривает создание трех циклов орошения: "грязный" цикл абсорбции от реактора разложения; "чистый" цикл абсорбции от реактора разложения; цикл абсорбции от реактора дозревания.

Источником выделения другого вредного вещества – сырьевой пыли – является бункер и ленточный конвейер. Для предотвращения пылеобразования на рабочем месте бункер герметично закрыт, а отходящий из бункера запыленный воздух перед выбросом в атмосферу проходит очистку в рукавных фильтрах, что способствует поддержанию уровня запыленности воздуха рабочей зоны не выше ПДК. Удельные выбросы маркерных загрязняющих веществ в производстве ЭФК приведены в таблице 3.40.

Таблица .. Удельные выбросы маркерных загрязняющих веществ в производстве ЭФК

№ п/п	Наименование технологического процесса	Наименование маркерного ЗВ	Концентрация выбросов, мг/м ³		ПДК м.раз Мг/м ³	ПДК с.с. Мг/м ³
			Макс.	Мин.		
1	2	3	4	5	6	7
1	Разложение фосфатного сырья	HF	2,5	1,02	0,02	0,005
2	Подача фосфатного сырья в разложение	пыль	100	10	0,5	0,15

Выбросы загрязняющих веществ в производстве аммофоса

Выбросы загрязняющих веществ образуются в технологическом процессе выпаривания аммонизированной ЭФК, доаммонизации аммофосной пульпы, гранулирования и сушки аммофосной пульпы в БГС, при классификации, фасовке и отгрузке готовой продукции. Отходящие газы содержат аммиак, фтороводород, а также аммофосную пыль. Аммиак переходит в газовую фазу в основном при сушке влажных гранул и при упаривании аммофосной пульпы. Перед выбросом газов в атмосферу их очищают сначала от пыли - в циклонах, а затем от аммиака и фтора - в абсорберах. В таблице 3.41 представлены выбросы маркерных загрязняющих веществ в производстве аммофоса.

Таблица .. Удельные выбросы маркерных загрязняющих веществ в производстве аммофоса

№п/п	Наименование маркерного ЗВ	Концентрация выбросов, мг/Нм ³		ПДК м.р., мг/м ³	ПДК с.с., мг/м ³	Примечание
		Макс.	Мин.			
1	2	3	4	5	6	7
1	HF	7.2	3.9			

2	NH ₃	92	32.3	0,2	0,04	-
3	Пыль аммофоса	109	51.2	2	0,2	Эффективное осаждение твердых частиц из запыленного газа осуществляется в центробежных аппаратах.

Выбросы загрязняющих веществ в производстве трикальцийфосфата кормового

Технологический выброс образуется в процессе гидротермической обработки фосфоритной муки. Основными загрязняющими веществами, попадающими в атмосферу, являются выбросы пыли и фторсодержащих отходящих газов. Источники выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух: энерготехнологический агрегат; сушильный барабан; шаровая мельница; места пересыпки фосфатного сырья и готового продукта, а также возможные выбросы пыли при переполнении бункеров склада готовой продукции, бункеров оборотной пыли и силосов фосфатного сырья.

Используемое в отделении абсорбции пылегазоочистное оборудование позволяет осуществлять очистку отходящих газов от энергетических агрегатов известковым молоком. По этому методу фторсодержащие газы проходят две стадии очистки: сухую - от пыли в инерционно-вихревом пылеуловителе и мокрую от фтористых соединений и остаточной пыли в абсорберах. Очистка фторсодержащих газов, отходящих от гранжелобов, котло-агрегатов осуществляется с использованием скруббера, путем орошения его промышленной водой. Прошедшая через скруббер вода возвращается через сборник и обеспечивает постоянную циркуляцию. Операции, связанные с сушкой, измельчением и отгрузкой гранулята, сопровождаются выбросами пыли, которые перед попаданием в атмосферу проходит очистку в инерционно-вихревом пылеуловителе.

В таблице 3.42 представлены выбросы основных загрязняющих веществ, определенных как маркерные вещества.

Таблица .. Удельные выбросы маркерных загрязняющих веществ

№ п/п	Наименование технологического процесса	Наименование маркерного ЗВ	Концентрация выбросов, мг/м ³		ПДК м.р., мг/м ³	ПДК с.с., мг/м ³	Примечание
			Макс.	Мин.			
1	2	3	4	5	6	7	8
	Производство	HF	39,8	24,4	0,02	0,005	Использование "сухих" и "мокрых" методов
			11659,3	4428,7			

1	трикальций фосфата кормового	SiO ₂ <20 %		0,5		очистки отходящих газов
---	------------------------------	------------------------	--	-----	--	-------------------------

3.2.6. Сбросы загрязняющих веществ в воду и ОС

Сбросы загрязняющих веществ в производстве серной кислоты

Использование оборотной системы водоснабжения в технологии производства серной кислоты исключает образование сточных вод. Исключением является продувочная вода продувки из солевых отсеков котлов для поддержания заданного солесодержания котловой воды. Большая часть объема продувочных стоков повторно используется на производственной площадке для разбавления серной кислоты или подпитки системы оборотного водоснабжения. Остаточное количество сбрасывается в промливневую канализацию.

Сбросы загрязняющих веществ в производстве ЭФК

Использование оборотной системы водоснабжения в технологии производства ЭФК исключает образование сточных вод. Образующиеся в процессе производства растворы, содержащие фтор, P₂O₅ и другие компоненты:

промышленная вода, отработанная при создании вакуума в ВВН;

проливы от оборудования, стоки от смыва полов и промывки оборудования;

перерабатываются в цикле производства или направляются на станцию нейтрализации, где нейтрализуются известковым молоком. Очищенные сточные воды после нейтрализации и отделения осадка повторно используются в водооборотных циклах цехов ЭФК и других производств.

Абсорбционный раствор от систем санитарной и технологической абсорбции с содержанием 0,5 % H₂SiF₆ после разбавления до 0,4 % полностью утилизируется на узле фильтрации (используется для промывки ленты и ткани ЛВФ). Сточные воды, образующиеся периодически при промывке оборудования и содержащие в незначительных количествах фтор и P₂O₅, перерабатываются на узле фильтрации.

Сбросы загрязняющих веществ в производстве аммофоса

Используется схема бессточного водоснабжения. Условными источниками образования сточных вод могут быть:

абсорбционная очистка отходящих газов;

конденсация сокового пара, образующегося при упарке пульпы;

конденсация пара, используемого в качестве теплоносителя для упарки пульпы и испарения жидкого аммиака;

конденсация паров воды в газоходах и выхлопных трубах отходящих газов.

Сточные воды могут периодически появляться при проливах кислот или реакционных смесей, в этом случае всегда предусматривается их отдельный сбор и переработка в технологии. Однако фактически в процессе производства аммофоса технологические сточные воды не образуются, так как отсутствует сброс во внешнюю среду. Все сточные воды цеха по производству аммофоса собираются и перерабатываются в производственном цикле или на смежных производствах (производстве ЭФК, производстве серной кислоты и т. д.).

Сбросы загрязняющих веществ в производстве ТКФ

Использование в производстве оборотной системы водоснабжения исключает образование сточных вод непосредственно в водные объекты. Подпитка оборотного цикла производится стоками после продувки котлов и охлаждения сальников питательных и кессонных насосов, подшипников шаровых мельниц и воздуходувных машин. В процессе подготовки химочищенной воды, которая используется в качестве теплоносителя в процессе получения пара в котле-утилизаторе, сброс минерализованных сточных вод осуществляется в баки сточных вод, после усреднения с регенерационными водами фильтров и концентратом, и направляется насосной станцией перекачки сточных вод на утилизацию в отделение нейтрализации цеха аммофоса.

Таблица .. Нормы образования отходов производства ТКФ

№ п/п	Наименование отходов, состав, аппарат или стадия образования	Направление использования, метода очистки или уничтожения	Нормы образования отходов, кг/т	
			первого сорта	высшего сорта
1	2	3	4	5
1	Стадия получения энергетического пара в ЭТА поз. 56. Уносы из-под холодных воронок	Передача в производство аммофоса для получения ЭФК	125	118,8
2	Стадия очистки отходящих газов: - ИВПУ поз. 200 Оборотная пыль	Передача в производство аммофоса для получения ЭФК	70	66,5
3	Стадия получения химочищенной воды: - грязная ячейка мокрого хранения соли, поз. 37 Солевой шлам	Хранение в отвалах фосфогипса	0,06	0,06

3.2.7. Отходы производства

Отходы в производстве серной кислоты

Отходы, образующиеся в процессе производства серной кислоты:

отработанный катализатор – образуется при замене контактной массы (единовременно). Предусмотрено временное хранение в специальном складском помещении с последующей отправкой потребителю (завод-изготовитель или сторонняя компания) для переработки и извлечения ванадия.

шлам серный (кек) – образуется после чистки фильтров, плавилок и сборников. Используется в качестве добавок к материалам при строительстве автодорог. Размещается на отдельной площадке складирования.

Нормативные объемы образования отходов производства представлены в таблице 3.44

Таблица .. Объемы образования отходов производства серной кислоты

№ п/п	Наименование отхода	Метод очистки, повторного использования	Объем образования, тонн	Уровень опасности
1	2	3	4	5
1	Катализатор ванадиевый отработанный	Передача сторонним организациям на переработку	54	Зеленый
2	Шлам серный (кек)	Использование в строительной отрасли	3600	Зеленый

Отходы в производстве ЭФК

Основным отходом, образующимся в производстве ЭФК, является фосфогипс, который образуется в процессе отделения жидкой фазы от твердой. Фосфогипс удаляется с помощью системы ленточных конвейеров и автотранспорта. Содержание в фосфогипсе примесных соединений, представленных в малорастворимой форме, зависит от технологии ЭФК и состава фосфатного сырья. Фосфогипс в дальнейшем подлежит использованию в качестве мелиоранта для солонцовых и кислых почв и как компонент серосодержащего удобрения, что является одним из наиболее перспективных направлений с точки зрения использования и переработки крупнотоннажных объемов фосфогипса. Нормативные объемы образования отходов производства представлены в таблице 3.45.

Таблица .. Нормы образования твердых отходов производства ЭФК

№ п/п	Наименование отходов	Направление использования, метода очистки или уничтожения	Нормы образования отходов, т	
			по проекту	примечание
1	2	3	4	5
	Фосфогипс($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) Содержание при выгрузке с ЛВФ:	Вывозится в отвал автотранспортом.	1 325 320 тонн/год	

1	$P_2O_{5\text{общ.}}$ - не более 1,0 % $P_2O_{5\text{водораств.}}$ - не более 0,4 % $F-(0,4 \div 0,5)$ % $H_2O_{\text{общ.}}$ - не более 40 %	Используется в сельском хозяйстве в качестве мелиоранта	2,79 тонн/тонн продукта	В пересчете на сухой фосфогипс
---	--	---	-------------------------	--------------------------------

Отходы в производстве аммофоса

Процесс производства аммофоса исключает образование отходов.

Отходы в производстве ТКФ

Жидкими отходами производства являются абсорбционные растворы после очистки отходящих газов от фторсоединений, которые по желобу откачиваются в экранированный шламонакопитель фосфогипса. Твердые отходы: уносы из-под холодных воронок энерготехнологического агрегата и оборотная пыль, уловленная на инерционно-вихревом пылеуловителе, используются в производстве ЭФК в цехе аммофоса. К твердым отходам также относится солевой шлам из ячейки мокрого хранения соли, который периодически образуется при очистке ячейки, вывозится на отвал фосфогипса. Образующееся в производстве известковое молоко для абсорбционных растворов и промывки ж/д цистерн, непрореагировавшие зерна извести могут использоваться на собственные нужды, в случае необходимости, оставшаяся часть по мере накопления вывозится на специализированные площадки. Количество непрореагировавших зерен извести, получаемой по ГОСТ 9179, должно быть не более 14 % от количества используемого молока на 1 тонну продукции.

3.2.8. Потребление топливно-энергетических ресурсов

Основные технологические процессы, связанные с использованием энергии при производстве серной кислоты

Все производители серной кислоты используют энергосберегающие технологические схемы. В процессе производства серной кислоты выделяется значительное количество тепла. Избыточное тепло экзотермических реакций сжигания серы и окисления SO_2 до SO_3 утилизируется котлом-утилизатором с выносными элементами в побочный продукт – перегретый пар давлением 4,0 МПа и температурой 440 С. Перегретый пар используется для производства электроэнергии и собственных нужд производства. Перегретый пар направляется по паропроводу в паровую турбину П- 25 - 3,4/0,6 с турбогенератором Т- 25 - 2У3. Пар производственного отбора турбины давлением 0,6 - 0,8 МПа используется для собственных нужд производства. Наличие у турбогенератора конденсатора позволяет работать агрегату в конденсационном режиме с возвратом конденсата в сборник питательной воды энергоустановки котла-утилизатора, что снижает потребление питательной воды из отделения химводоподготовки.

Плавление серы осуществляется с помощью встроенных нагревательных элементов в виде спиралей змеевикового типа, теплоносителем является перегретый пар. Для обогрева оборудования и серопроводов используется пар давлением 0,5 - 0,6 МПа и температурой 150 - 165 С. Сжигание жидкой серы производится в трех циклонных топках котла-утилизатора РКС- 95/4,0 - 440. При сжигании серы в топках образуется технологический газ с температурой 900 – 1200 С и содержанием диоксида серы 11,0 - 12,0 % об. Котло-печной агрегат позволяет регулировать нагрузку в пределах от 60 до 110 % от номинальной величины, что соответствует 357 - 655 тонн/сут сжигаемой серы и 54,5 - 100,4 тонн/ч энергетического пара.

Потребление сырья, материалов и энергоресурсов в производстве серной кислоты в 2015 - 2019 годах представлено в таблице 3.46. В таблице 3.47 представлены нормы расхода сырья, материалов и топливо - энергетических ресурсов в соответствие с технологическим регламентом производства серной кислоты, а в таблице 3.48 представлены фактические уровни потребления сырья и энергоресурсов в производстве серной кислоты в 2015 - 2019 годах.

Таблица .. Объем годового потребления сырья, материалов и энергоресурсов (период анализа 2015 - 2019 гг.) при производстве серной кислоты.

№ п/п	Наименование сырья, материалов и энергоресурсов	Ед.изм.	2015	2016	2017	2018	2019	
1	2	3	4	5	6	7	8	
1	Производство серной кислоты	тонн	46603	105973	114625		35475	108695
2	Сера	тонн	15914,81	35394,78	33843,75		11712,53	32296,13
3	Известь	тонн	0,559	1,378	1,49		0,461	1,413
4	Электроэнергия, всего	тыс.кВтч.	3783,9	9062,28	7572,1		2536,1	6960,1
	в т.ч. электроэнергия покупная	тыс.кВтч.	1216,5	639,49	352,1		402,6	2203,2
	в т.ч. электроэнергия собств.	тыс.кВтч.	2567,4	8422,79	7220		2133,5	4756,9
5	Природный газ	т.у.т	568,438	789,777	743,784		238,628	873,449
	Вода химочище							

6	нная из ХВО цеха КОФ	тыс.м3	72,122	119,758	108,249	40,574	137,648
7	Вода грунтовая	тыс.м3	441,114	384,46	310,353	150,128	248,89
8	Пар	Гкал.	28165	63491	29994	18881,1	29301
9	Воздух	тыс.м3	300,601	768,06	508,44	144,36	192,65
10	Инфузорн ая земля	кг	400	746	120	30	300

Таблица .. Нормы расхода сырья, материалов и топливо - энергетических ресурсов при производстве серной кислоты в соответствии с регламентом

№ п/п	Наименование сырья, материалов, энергоресурсов	Ед.изм.	Норма расхода	
			В том числе по проекту	В том числе достигнутая

1	2	3	4	5
Сырье				
1	Сера техническая природная и газовая	тонн/тонн	0,334	0,334
Энергоресурсы				
2	Электроэнергия на технологические нужды	кВтч/тонн	88,964	88,964
3	Вода грунтовая	м ³ /тонн	3,252	3,252
4	Вода питательная	м ³ /тонн	1,241	1,241
5	Вода речная	м ³ /тонн	0,396	0,396
6	Вода химочищенная из ХВО цеха КОФ	м ³ /тонн	1,672	1,672
7	Природный газ	т.у.т/тонн	0,003	0,003
8	Сжатый воздух	м ³ /тонн	4,0	4,0
9	Пар энергетический на собственные нужды (P=0,6 МПа; T=158 С)	Гкал/тонн	0,27	0,27
10	Попутная продукция – перегретый пар (P= 4,0 МПа; T=440 С)	Гкал/тонн	0,95	0,95
Вспомогательные материалы				
11	Сетка проволочная тканая, С- 120	м ² /тонн	0,001	0,001
12	Инфузорная земля (диатомит)	кг/тонн	0,05	0,05

13	Известь на нейтрализацию серы	кг/тонн	0,013	0,013
14	Тринатрийфосфат	кг/тонн	0,01	0,01
15	С о д а кальцинированная	кг/тонн	0,05	0,05
16	Катализатор ванадиевый	кг/тонн	0,09	0,09
17	Натр едкий технический	кг/тонн	0,08	0,08
18	Кислота лимонная	кг/тонн	0,00032	0,00032
19	Лампы для блока УФ-стерилизации воды	шт/тонн	0,000008	0,000008

Таблица .. Удельные показатели потребления сырья, материалов и энергоресурсов на 1 тонну серной кислоты

№ п/п	Наименование энергетических ресурсов, сырья, материалов	Единица измерения	Расход на 1 тонну продукта	
			Мак.	Мин.
1	2	3	4	5
1	Сера	тонн/тонн	0,341498	0,295256
2	Известь	кг/тонн	0,013	0,012
3	Электроэнергия, всего	тыс.кВтч/тонн	0,085515	0,064033
4	Природный газ	т.у.т/тонн	0,012197	0,006489
5	Вода химочищенная из ХВО цеха КОФ	тыс.м ³ /тонн	0,001266	0,000944
6	Вода грунтовая	тыс.м ³ /тонн	0,009465	0,00229
7	Пар	Гкал/тонн	0,60436	0,261671
8	Воздух	тыс.м ³ /тонн	0,007248	0,001772
9	Инфузорная земля	кг/тонн	0,008583	0,000846

Получаемые в процессе производства серной кислоты не менее 40 мегаватт электроэнергии за счет выработки перегретого пара обеспечивают завод собственной электроэнергией.

Основные технологические процессы, связанные с использованием энергии при производстве ЭФК

Разложение фосфатного сырья серной кислотой в производстве ЭФК проводится при температуре 90 – 95 °С и содержании Р₂О₅ в жидкой фазе пульпы не менее 22 % с использованием для поддержания температуры воздушного охлаждения в пенном режиме.

Основное технологическое оборудование: пневмокамерные насосы - 10 шт., реактор разложения ($V_{\text{раб}} = 650 \text{ м}^3$) и реактор дозревания ($V_{\text{раб}} = 450 \text{ м}^3$), ленточный вакуум-фильтр (ЛВФ) - 3 шт.

Нормы расхода сырья, материалов и энергоресурсов на 1 тонну 100 % P_2O_5 фосфорной кислоты приведены в таблице 3.49.

Таблица .. Нормы расхода сырья, материалов и энергетических ресурсов на производство ЭФК

№ п/п	Наименование	Единица измерения	Расход на 1 тонну 100 % P_2O_5 фосфорной кислоты
1	2	3	4
Сырье			
1	Фосфатное сырье	т 100 % P_2O_5	1,086
2	Серная кислота	т 100 % H_2SO_4	2,962
Энергоресурсы			
3	Электроэнергия	кВтч	120
4	Пар	Гкал	0,15
5	Вода промышленная	м^3	5,8
Вспомогательные материалы			
6	Фильтрующая ткань	м^2	0,012

Основные технологические процессы, связанные с использованием энергии при производстве минеральных удобрений (аммофос)

Теплота, выделяющаяся в результате экзотермических реакций аммонизации ЭФК в производстве аммофоса, используется для упаривания аммофосной суспензии. Это позволяет снизить расход топочных газов на обогрев контактных выпарных аппаратов, а также выпаривать пульпу без нагревательных элементов, за счет чего обеспечивается большая поверхность соприкосновения фаз.

Для сжигания природного газа в газовоздушный калорифер вентилятором нагнетается воздух под давлением не менее 1 кПа (100 кгс/м^2). Температура топочных газов на выходе из газовоздушного калорифера не более 950 С регулируется дистанционно путем изменения подачи природного газа на горелки газовоздушного калорифера.

Сушка в аппарате БГС распыляемой на ретур пульпы производится топочными газами, получаемыми при сжигании природного газа в горелке ГГГ ТЕСКА. Температура топочных газов на входе в аппарат БГС не более 950 С, а температура отходящих из БГС газов должна быть выше точки росы 80 – 125 С. Температура

отходящих газов регулируется дистанционно путем изменения расхода пульпы, подаваемой на сушку в БГС. Годовое потребление сырья, материалов и энергетических ресурсов в производстве аммофоса в 2015 - 2019 годах представлено в таблице 3.50.

Таблица .. Объем годового потребления сырья, материалов и энергоресурсов (период анализа 2015 - 2019 гг.) в производстве аммофоса

№ п/п	Наименование	Ед. изм.	2015	2016	2017	2018	2019
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Производство аммофоса	тонн	144295	148145	297690	256355	393420
2	Фоссырье	тонн	347542,3	372319	675814,6	602383,7	803754,4
3	Серная кислота	тонн	245544,9	262088,5	472279	408390,2	561675
4	Аммиак	тонн	18319,07	18943,02	39383,53	33191,54	48919,94
5	Известь	тонн	3318,785	3407,335	0	0	0
6	Электроэнергия	тыс. кВтч	30410,68	31036,96	47943,45	40384,12	55724,09
7	Вода грунтовая	тыс.м ³	890,975	921,279	1103,915	839,552	812,956
8	Топливо	т.у.т	22259,38	23382,65	46611,6	39566,41	51131
9	Пар	Гкал	64811	64148	85471	63961	73427
10	Сжатый воздух	тыс. м ³	89731,02	96727,86	171204,4	151353,3	185469,5

В таблице 3.51 представлены фактические удельные уровни потребления сырья и энергоресурсов в производстве аммофоса в 2015 - 2019 годах.

Таблица .. Удельный расход сырья, материалов и энергоресурсов на 1 тонну аммофоса

№ п/п	Наименование энергетических ресурсов, сырья, материалов	Ед. изм.	Расход на 1 тонну продукта	
			Макс.	Мин.
1	2	3	4	5
1	Фоссырье	тонн/тонн	2,513206	2,042993
2	Серная кислота	тонн/тонн	1,769135	1,427673
3	Аммиак	тонн/тонн	0,132297	0,124345
4	Известь	тонн/тонн	0,023	0
5	Электроэнергия	тыс. кВтч/тонн	0,210754	0,14164
6	Вода грунтовая	тыс.м ³ /тонн	0,006219	0,002066
7	Топливо	т.у.т/тонн	0,157836	0,129965
8	Пар	Гкал/тонн	0,449156	0,186638
9	Сжатый воздух	тыс. м ³ /тонн	0,652927	0,471429

Основные технологические процессы, связанные с использованием энергии при производстве ТКФ

Технологический процесс получения кормовых обесфторенных фосфатов заключается в гидротермической переработке фосфатного сырья при температуре 1450 - 1500 °С в присутствии водяных паров, образующихся при сжигании газообразного топлива. В основное оборудование цеха КОФ входят: два энерготехнологических агрегата типа ЭТА-ЦФ- 7Н- 2, инерционно-вихревые пылеуловители (далее ИВПУ), два сушильных барабана, три шаровые мельницы.

Технологический циклон выполнен в виде единого блока и состоит из трубной системы, составляющей экраны циклона вместе с нижними и верхними камерами. Для плавления фосфатного сырья применяется высокотемпературная газоздушная смесь, полученная при сжигании природного газа. Отходящие газы поступают в котел-утилизатор энерготехнологического агрегата, где последовательно проходят камеру охлаждения, фестон, пароперегреватель, воздухоподогреватель и водяной экономайзер Тепло отходящих газов производства ТКФ утилизируется котловой водой с выработкой перегретого пара высокого давления.

По тракту движения через котел-утилизатор ЭТА газы охлаждаются до температуры: на выходе из камеры охлаждения не менее 600 °С; после пароперегревателя – не более 700 С; после ЭТА - не более 280 С. Перегретый пар по паропроводу поступает на РОУ, откуда подается в паровые сети завода. Давление перегретого пара на входе в общий паропровод должно быть не более 3 МПа, температура не более 450 °С. В паровом котле генерируется более 5 тонн пара на 1 тонну готового продукта, общий коэффициент использования теплоты достигает 90 %.

Сушка гранулята осуществляется топочными газами, образующимися при сжигании природного газа в топке. Топочные газы из топки поступают в сушильный барабан при температуре не более 850 С. Температура отходящих газов после сушильного барабана должна быть не более 120 °С.

Производство ТКФ – энергозатратное производство, позволяющее производить до 35 тонн/ч пара средних параметров. Нормы расхода сырья материалов и энергоресурсов представлены в таблице 3.52. Фактическое потребление ресурсов в производстве трикальцийфосфата в последние годы представлено в таблице 3.53. Удельные показатели по расходу сырья и энергоресурсов (минимальный и максимальный уровень) представлены в таблице 3.54.

Таблица .. Нормы расхода основных видов сырья, материалов и энергоресурсов на 1 тонну ТКФ

№ п/п	Наименование сырья, материалов и энергоресурсов	Наименование единицы измерения	Нормы расхода	
			по проекту	достигнутые на момент составления регламента

1	Трикальций фосфат	тонн	10500	16855	17270	14040	5265
2	Фоссырье	тонн	13643	21859,69	22635,06	18373,12	6774,67
3	Известь	тонн	525	842,75	863,5	702	263,25
4	Соль	тонн	102,68	134,84	138,16	112,32	42,12
5	Топливо	т.у.т	7035,318	11339,16	11796,6	9511,061	3777,683
6	Электроэнергия	тыс. кВтч	3599,2	5815,18	5360,83	4035,61	1911,44
7	Пар	Гкал.	4020,2	6493	6927	6094	3688
8	Вода грунтовая	тыс. м ³	17,12	20,083	31,437	22,859	5,78
9	Исходная вода	тыс. м ³	101,138	141,067	128,159	105,565	52,852
10	Сжатый воздух	тыс. м ³	8871,149	14646,81	16202,84	16079,38	8213,683

Таблица .. Удельный расход сырья, материалов и энергоресурсов на 1 тонну ТКФ

№ п/п	Наименование энергетических ресурсов, сырья, материалов	Единицы измерения	Расход на 1 тонну продукта	
			Макс.	Мин.
1	2	3	4	5
1	Фоссырье	тонн/тонн	1,310658	1,286737
2	Известь	тонн/тонн	0,05	0,05
3	Соль	тонн/тонн	0,009779	0,008
4	Топливо	т.у.т/тонн	0,717509	0,67003
5	Электроэнергия	тыс.кВтч/тонн	0,363047	0,287437
6	Пар	Гкал/тонн	0,700475	0,382876
7	Вода грунтовая	тыс. м ³ /тонн	0,00182	0,001098
8	Исходная вода	тыс. м ³ /тонн	0,010038	0,007421
9	Сжатый воздух	тыс. м ³ /тонн	1,560054	0,844871

Анализ потребления энергетических ресурсов показывает, что по отдельным процессам производства трикальцийфосфата имеется резерв энергоэффективности. Фактический расход электроэнергии и сжатого воздуха превышает установленные нормы. В процессе распределения пара имеются технологические потери, связанные с его дросселированием.

3.3. Производство плавиковой кислоты

3.3.1. Описание технологического процесса

Плавикошпатовый концентрат марки ФФ- 95А поступает на территорию промышленной площадки АО "УМЗ" с обогатительной фабрики, расположенной в г. Курчатов, железнодорожным транспортом в хопперцементовозах. Выгрузка концентрата производится пневмотранспортом в башни-хранилища, откуда также пневмотранспортом передается на операцию вскрытия концентрированной серной

кислотой. Принципиальная схема переработки ПШК, составленная в соответствии с кратким описанием технологии, представленным в отчете КТА, приведена на рисунке 3.34.

Процесс сернокислотного вскрытия ПШК проводят в реторте вращающейся барабанной печи с электрообогревом. ПШК и 90 - 92 %-ная серная кислота смешиваются в смесителе-питателе в течение 5 - 6 минут, образуемая реакционная масса непрерывно подается в печь, где происходит разложение обогащенного флюорита с выделением газообразного фтористого водорода (печного газа).

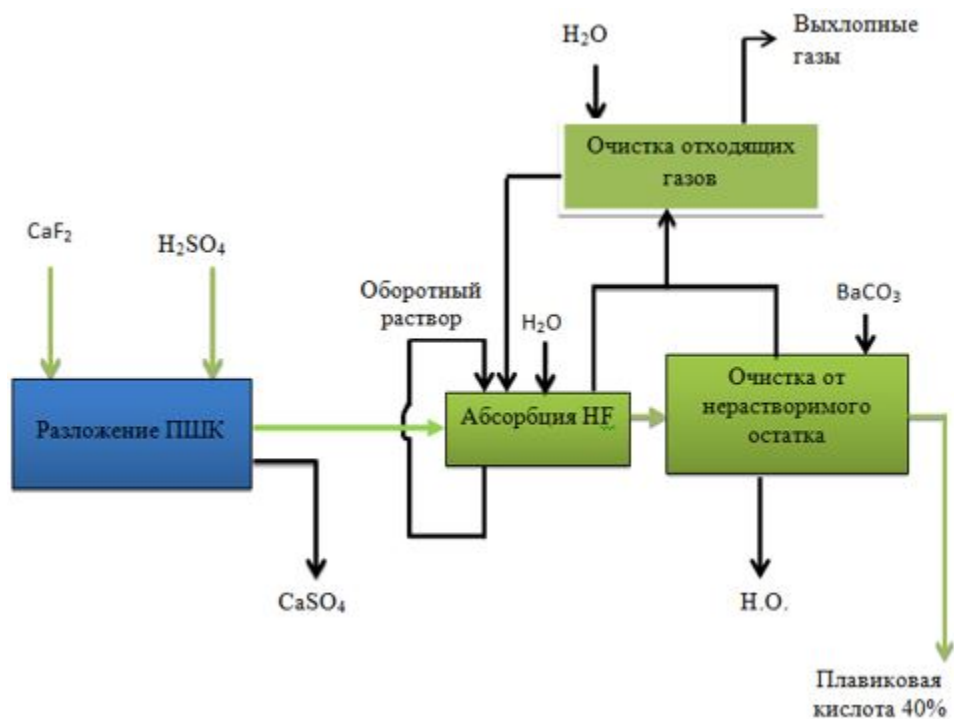


Рисунок .. Принципиальная схема производства плавиковой кислоты

Процесс разложения ПШК осуществляется в течение 55 - 60 минут при температуре 220 - 280 °С (по данным [50]) в соответствии с уравнением реакции:

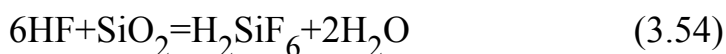


Во избежание проникновения газов в атмосферу цеха и чтобы свести к минимуму потери HF, вся установка работает под небольшим разрежением (2 - 3 мм вод. ст.), создаваемым вентилятором, просасывающим отходящие из печи газы через абсорбционную установку. Реакторы должны быть герметично соединены, чтобы предотвратить попадание воздуха, чтобы свести к минимуму объем отходящих газов. Манометрический режим работы печи способствует удалению образовавшегося газа и направлению его в систему четырехстадийной абсорбции. Твердым продуктом реакции является фторгипс (фторангидрит) в виде сформировавшихся окатышей, содержащий в своем составе более 80 % CaSO₄, 2 - 6 % CaF₂ и 10 - 12 % свободной серной кислоты (

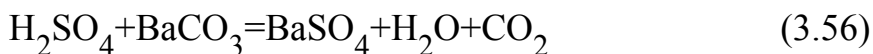
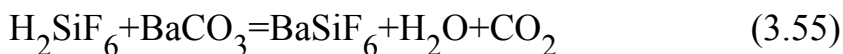
по [50]. Отход производства - фторангидрит периодически выгружается из барабана печи в грейферный бункер и автомобильным транспортом доставляется на участок нейтрализации. Нейтрализованный фторангидрит может быть использован в производстве цемента.

Газообразный фтористый водород, поступив в систему четырехстадийной абсорбционной цепочки, орошается обратным раствором и поглощается при противоточном контакте фаз. По достижении заданной концентрации обратный раствор первой стадии, классифицируемый как кислота-полуфабрикат (продукционная), перекачивается в бак-хранилище. Перемещение обратных растворов в абсорбционной цепочке производится автоматически с помощью перегонных аппаратов. На последнюю четвертую стадию абсорбции подается промышленная вода.

Образующаяся плавиковая кислота загрязнена кремнефтористоводородной кислотой, образующейся при взаимодействии ее с содержащейся в сырье примесью кремнезема:



Продукционная кислота концентрации 40 % при необходимости получения очищенной от примесей кремнефтористоводородной и серной кислот, подвергается дополнительной очистке в реакторах, снабженных импеллерными мешалками. Очищающим агентом является кристаллический карбонат бария, который образует с кремнефторид- и сульфат-ионами нерастворимые соединения:



После завершения реакций смесь отстаивается, и очищенная плавиковая кислота декантируется в соответствующий бак-хранилище. Бариевый осадок промывается водой до нейтральных значений по водородному показателю (рН) и утилизируется на хвостохранилище.

Плавиковая кислота различных марок готовится путем смешения обратных растворов различных ступеней абсорбции. Готовая плавиковая кислота складывается в баках-хранилищах и передается потребителям (в основные цеха УМЗ) по трубопроводам или железнодорожными цистернами. Технологический процесс производства ведется системой АСУТП, используются высокоэффективные системы технологического улавливания фтористого водорода. Производится санитарная очистка технологических и вентиляционных газов. Шлам плавиковой кислоты нейтрализуется и складывается в карте хвостохранилища либо используется при изготовлении блоков для строительства.

Данные по нормам расхода основного сырья, материалов и энергоресурсов отсутствуют.

Ввиду отсутствия подробного описания технологического процесса получения плавиковой кислоты и технологической схемы производства невозможно оценить возможные НДТ. Представленные в отраслевом отчете НДТ для производства фтористоводородной кислоты типа "Замена светильников на светодиодные", "Закрытое хранение сырья", "Внедрение и поддержание системы энергетического менеджмента", "Обучение производственного персонала" не имеют никакого отношения к техникам производства для сокращения эмиссий и потребления ресурсов [51].

В российских справочниках [7] отсутствует описание технологического процесса и наилучших доступных технологий плавиковой кислоты из флюорита.

В Европейском справочнике [2] описаны техники, относящиеся к производству жидкого фтороводорода. Предложенная поточная схема получения жидкого фтороводорода частично, по первым двум стадиям, совпадает со схемой получения плавиковой кислоты на УМЗ. Однако, как указано ранее, эта схема предусматривает только разложение ПШК серной кислотой и абсорбцию фтористых газов. Однако, известно [51], что газы, отходящие из барабанной печи с температурой 210 - 230 °С, уносят с собой пыль плавикового шпата и ангидрита и сернокислотный туман, которые загрязняют абсорбционные растворы плавиковой кислоты. Кроме того, пыль оседает на насадке абсорберов и забивает элементы насадки, что приводит к резкому снижению степени поглощения HF обратными растворами и уменьшению производительности системы.

Возможные усовершенствования технологического процесса

1. для обеспечения качества готового продукта и соответствия требованиям стандарта требуется очистка отходящего газа от пыли и тумана. Поэтому в данной схеме необходимо предусмотреть предварительную очистку фторсодержащих газов, выходящих из реакторной печи, перед подачей на абсорбцию. Для этого целесообразно применять мокрую очистку в скруббере. Очищенный газ с температурой 75 - 90 °С направляют на абсорбцию для получения плавиковой кислоты (Рисунок 3.34). Наиболее приемлемым аппаратом для очистки подобных газов является скоростной газопромыватель – скруббер Вентури - высокоэффективное устройство для удаления твердых частиц размером < 1 мкм (Рисунок 3.35).

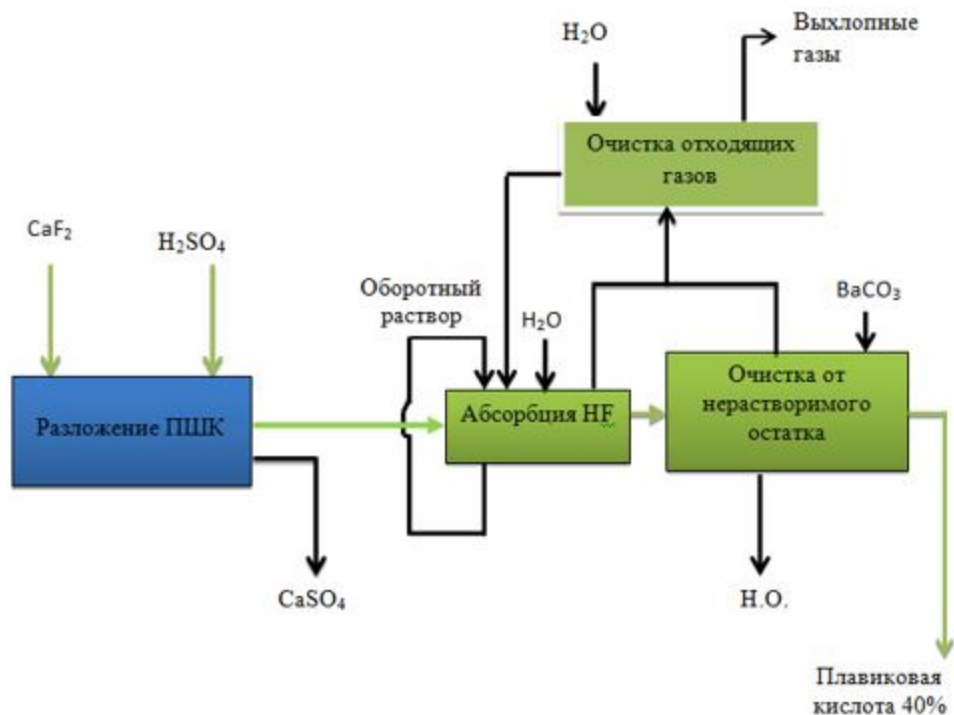
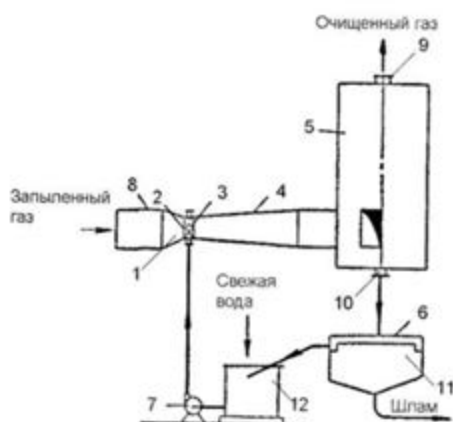


Рисунок .. Модернизированная принципиальная схема производства плавиковой кислоты

Скруббер Вентури выбран на основании [52], как НДТ 2 - 5 [53].

В полых газопромывателях газопылевой поток пропускают через завесу распыляемой жидкости: частицы пыли захватываются каплями промывной жидкости и осаждаются в промывателе, а очищенные газы удаляются из аппарата. Самым распространенным аппаратом этого вида является полый форсуночный скруббер, который используется как для очистки газов от достаточно крупных частиц пыли, так и для охлаждения газов, выполняя в различных системах пылеулавливания роль аппарата, обеспечивающего подготовку (кондиционирование) газов.



1 - конфузор трубы Вентури, 2 - горловина, 3 - отверстия, 4 - диффузор, 5 - циклонный сепаратор, 6 - отстойник, 7 - насос, 8 - труба Вентури, 9 - патрубок для

выхода очищенного газа, 10 - патрубок для вывода загрязненного шлама, 11 - шламоприемник, 12 - смесительный резервуар

Рисунок .. Схема установки скруббера Вентури

Скруббер Вентури состоит из циклонного сепаратора, соединенного с трубой Вентури, расположенной перпендикулярно оси циклонного сепаратора. Циклонный сепаратор имеет патрубок для выхода очищенного газа и патрубок для вывода загрязненного шлама, связанного с отстойником шламоприемника, причем в отстойнике вода отделяется от шлама и поступает в смесительный резервуар, который подпитывается свежей водой, а затем вновь подается насосом в трубу Вентури скруббера. Труба Вентури состоит из конфузора и диффузора, образованных сложными многогранными поверхностями, приближающимися по своей форме к телам, близким к пирамидальным, но имеющим в сечении криволинейные трапеции, при этом каждая из форсунок для распыления жидкости содержит полый цилиндрический корпус, соединенный с соплом, в котором выполнены отверстия.

2. описанная в КТА технология предполагает использование электрической барабанной печи, что связано с высокими энергозатратами. Для снижения расхода электроэнергии целесообразно предусмотреть утилизацию тепла отходящего из печи газа для нагрева исходной серной кислоты в теплообменнике (представлено на рисунке 3.35).

3.3.2. Выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух

Отходящие газы абсорбционных колонн после очистки в санитарной башне. Основными загрязнителями атмосферы являются: печи разложения, узлы пересыпки, склады сырья, емкости с кислотой, узлы измельчения сырья.

Газообразные продукты реакции – фтористый водород и избыток H_2SO_4 из первичной реакции, а также тетрафторид кремния (SiF_4), диоксид серы (SO_2), диоксид углерода (CO_2) и пары воды, образующиеся во вторичных реакциях, удаляют из передней части обжиговой печи в месте с захваченными твердыми частицами. Серную кислоту и воду удаляют в предварительном конденсаторе. Затем пары фтористого водорода конденсируют в охлаждаемых конденсаторах с образованием неочищенного HF, который подают в промежуточные резервуары-хранилища. Остальной поток газа проходит через колонну поглощения с серной кислотой или кислотный скруббер, в котором удаляют большую часть остаточного фтористого водорода и некоторые остатки серной кислоты, и также направляют их в промежуточный резервуар-хранилище. Выходящие из кислотного скруббера газы обрабатывают в водных скрубберах, в которых одновременно выделяют SiF_4 и остатки HF в виде гексафторкремниевой кислоты (H_2SiF_6). Отходящие из водного скруббера газы пропускают через каустический скруббер перед их сбросом в атмосферу. Фтористый

водород и серную кислоту из промежуточных резервуаров-хранилищ подают в перегонные колонны, в которых выделяют плавиковую кислоту с чистотой 99,98 %.

3.3.3. Сбросы загрязняющих веществ в воду и ОС

Источником водоснабжения являются система оборотного водоснабжения Северной промплощадки, свежая техническая артезианская вода Атаманского водозабора и конденсат пара. Сброс сточных вод от промышленно-ливневой канализации осуществляется в реку Ульба после прохождения очистки. Технологические загрязненные сточные воды, содержащие вредные химические вещества, после нейтрализации до $pH=7,0$ уже как жидкие отходы транспортируется по пульпопроводам на участок "Хвостового хозяйства".

Источниками водопотребления при производстве плавиковой кислоты является использование ее для охлаждения:

- адсорберов-холодильников;
- холодильников;
- реактора.

После использования сбрасывается в нормативно чистую промышленно-ливневую канализацию и далее в водный объект, после предварительной очистки. Хозпитьевая вода используется на хозяйственные нужды и сбрасывается в канализацию хозяйственных стоков загрязняющих веществ со сточными водами.

3.3.4. Потребление топливно-энергетических ресурсов

Проектная мощность производства по выпуску плавиковой кислоты - 39600 тонн/год (7 барабанных печей с электрообогревом). Процесс сернокислотного вскрытия ПШК проводят в реторте вращающейся барабанной печи с электрообогревом. В печь в непрерывном режиме подается ПШК и серная кислота, которые смешиваясь, образуют реакционную массу, выделяющую газообразный фтористый водород (печной газ).

При низких температурах в процессе сернокислотного вскрытия ПШК возможно образование метастабильного кислого сульфата кальция. Последний устойчив до $200^{\circ}C$, выше этой температуры выделяется $CaSO_4$. Поэтому реакцию осуществляют в температурном диапазоне $220 - 280^{\circ}C$. Затраты тепла составляют 680 - 700 кДж/кг ПШК.

Таблица .. Нормы расхода основных видов сырья и энергоресурсов на одну тонну фтористого водорода

№ п/п	Наименование расходуемых видов сырья и энергоресурсов	Ед. изм.	Теоретические расчетные	Фактические
1	2	3	4	5
	Сырье			

1	Плавиковошпатовый концентрат (ПШК) ФФ- 95А	тонн/тонн	2,01	2,051
	Серная кислота	тонн/тонн	2,75	3,15 - 3,25*
2	Энергоресурсы			
	Электроэнергия	кВтч/тонн	550	558
	Пар	Гкал/тонн	0,5	0,5

* В соответствии с технологическим регламентом соотношение ПШК и серной кислоты 1:1,6

3.3.5. Отходы производства

Побочный твердый продукт – фторангидрит. Нейтрализованный продукт может быть использован в производстве цемента. Осадок солей бария после очистки кислоты собирается в хвостохранилище.

К образованию отходов при производстве плавиковой кислоты относятся реакции с образованием фторагидрита кальция ($\text{Ca}(\text{FHSO}_4)$) и сульфата кальция (CaSO_4). Химических реакций с участием природных минеральных комплексов (кварц, щелочные полевые шпаты, плагиоклаз, оливин, пироксен) не происходит. Они полностью переходят в состав отхода в естественном природном виде, не претерпевая никаких превращений. Нейтрализация полученного фторангидрита, содержащего 1,3 % иона фтора в виде плавиковой кислоты (1,369 %), и 12,631 % серной кислоты происходит в бункере путем добавления молотого известняка с избытком 50 % от стехиометрии

Шламы очистки плавиковой кислоты образуются в процессе очистки плавиковой кислоты и содержат минеральные примеси (природные минеральные соединения) и шламы соединений бария, образуемые в технологическом процессе очистки.

Таблица .. Объемы образования отходов производства

№ п/п	Наименование отхода	Метод очистки, повторного использования	Объем образования, тонн	Уровень опасности
1	2	3	4	5
1	Шламы фторангидрита кальция	Захоронение на специализированных площадках предприятия (участок хвостового хозяйства)	8618,27 - 8763,76	ТМО
2	Шламы фторангидрита бария		50,75	Янтарный

3.4. Производство аммиака, слабой азотной кислоты, аммиачной селитры

3.4.1. Производство аммиака

3.4.1.1. Описание технологического процесса

Производство аммиака методом прямого синтеза из азота и водорода включает следующие основные стадии производства [60]:

сепарация природного газа от тяжелых углеводородов и компремирование его от 0,45:0,78 МПа (4,6:8 кгс/см²) до 3,62 МПа (37 кгс/см²);

очистка природного газа от сернистых соединений;

конверсия углеводородов природного газа в две ступени:

1 ступень-конверсия углеводородов с паром на катализаторе в трубчатой печи под давлением 3,13 МПа (32 кг·с/см²);

2 ступень-доконверсия углеводородов с паром и воздухом в шахтном конверторе на катализаторе;

конверсия окиси углерода на среднетемпературном и низкотемпературном катализаторах;

одноступенчатая очистка конвертированного газа от углекислоты раствором моноэтаноламина;

удаление остаточных окиси и двуокиси углерода на метанирующем катализаторе;

компремирование азотоводородной смеси от 1,96:2,17 МПа (20:22 кг·с/см²) до 31,3 МПа (320 кг·с/см²) с подачей свежего газа на всас циркуляционных компрессоров, которые дожимают смесь свежего и циркуляционного газа до 34,24 МПа (350 кг·с/см²);

синтез аммиака под давлением до 34,24 МПа (350 кг·с/см²).

Сепарация и компрессия природного газа

Природный газ из внешней сети редуцируется от 0,88 ÷ 1,17 МПа (9÷12 кгс/см²) до 0,450÷0,780 МПа (4,6÷8 кг·с/см²) автоматически узлом регулирования в сепаратор, в котором отделяется от конденсата тяжелых углеводородов. Конденсат тяжелых углеводородов из сепаратора периодически выводится в специальную емкость.

Природный газ после сепаратора разделяется на 2 потока: подается в смеситель топливного газа, второй – основной направляется на центробежные компрессоры, в которых сжимается до давления 3,63МПа (37 кгс/см²). Для сжатия природного газа установлено 2 компрессора: один - рабочий, один - резервный. Давление газа на нагнетании компрессора регулируется автоматически регулирующим узлом сбросом газа.

Сжатый природный газ с температурой до 135 °С и давлением до 3,63 МПа (37 кг·с/см²) направляется в агрегат подготовки синтез-газа на технологический процесс. Количество природного газа, подаваемого на технологический процесс, регулируется автоматически регулирующим узлом.

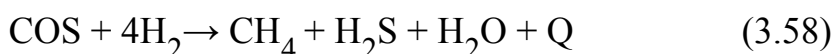
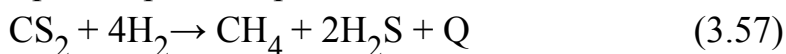
Очистка природного газа от серы

Поступающий на технологию природный газ направляется в змеевик конвекционной зоны печи первичного риформинга, где теплом отходящих дымовых

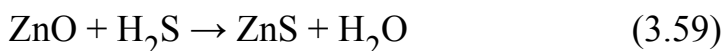
газов подогрывается до 420 °С. Перед подогревом в природный газ дозируется 6÷12 % (об.) синтез-газа из расчета обеспечения содержания водорода в газовой смеси, идущей на сероочистку в пределах 4÷10 % об.

Синтез-газ отбирается после первой ступени дожимающих компрессоров агрегата синтеза аммиака и через узел регулирования выдается в агрегат подготовки синтез-газа.

При остановках агрегата синтеза аммиака синтез-газ отбирается после сепаратора и дозируется в природный газ на компрессоры через узел регулирования. Смесь природного газа и синтез-газа после подогрева поступает в реакторы, в которых на кобальтомолибденовом катализаторе происходит гидрирование сернистых соединений до сероводорода по реакции:



Реакторы работают параллельно, поглощение серы осуществляется в адсорберах по реакции:



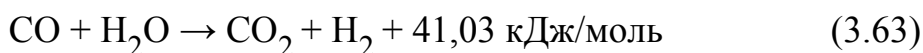
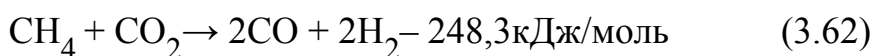
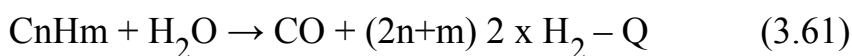
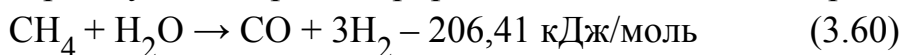
Адсорберы заполнены активированной окисью цинка. Газ через адсорберы может проходить параллельно или последовательно. Каждый реактор или адсорбер может быть отключен для замены в нем катализатора.

Содержание серы в газе после сероочистки контролируется газоанализатором и должно быть не более 1 мг/Нм³.

Первичный риформинг

Очищенный от серы природный газ смешивается с водяным паром в смесителе до соотношения пар: газ = (3,7 ÷ 4,1): 1 Нм³/Нм³, последовательно подогрывается в змеевиках конвекционной и предконвекционной зон печи до температуры 527 °С и через газовые коллекторы вводится в реакционные трубы. Водяной пар в смеситель подается через регулирующий узел из котла-утилизатора агрегата синтеза аммиака и недостающее количество - из сепаратора пара.

В реакционных трубах печи на никелевом катализаторе протекает процесс конверсии углеводородов природного газа водяным паром по реакциям:



Содержание Н₂, СО и СО₂ в газе соответствует состоянию равновесия газовой смеси при температуре на выходе из печи, равной 788 °С. Содержание метана в газе после первичного риформинга не более 12 % об. по сухому газу. Процесс первичного

риформинга протекает с поглощением тепла. Тепло, необходимое для ведения процесса, подводится извне сжиганием топливного газа в горелках печи.

Тепло дымовых газов, выходящих из реакционной зоны печи с температурой до 1035 °С, используется для подогрева поступающих на технологический процесс природного газа, паро-газовой смеси и воздуха, химочищенной и котловой питательной воды, и получения пара давлением 3,82 МПа (39 кгс/см²).

После использования тепла дымовые газы с температурой до 250 °С выбрасываются в атмосферу дымососами.

Подготовка топливного газа и обогрев печи первичного риформинга

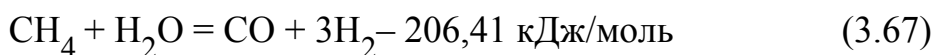
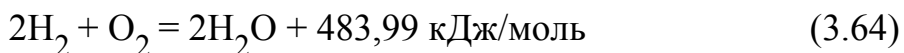
Подготовка топливного газа осуществляется подачей природного газа в смеситель. Давление в смесителе 0,2 ÷ 0,49 МПа (2 ÷ 5 кгс/см²) поддерживается автоматически узлом регулирования. Из смесителя топливный газ подводится к горелкам печи первичного риформинга. Для обогрева печи предусмотрено 130 горелок, из них установлено на каждой стороне шахт печи: на верхнем ярусе по 9 горелок основных и по 6 горелок мягкого режима, на нижнем ярусе - по 10 горелок основных и по 5 - мягкого режима; вспомогательных горелок для подогрева конвекционной зоны печи - 10 шт.

Температура в радиационной зоне шахт печи поддерживается автоматически изменением подачи топливного газа через узлы регулирования к основным горелкам, и через узлы регулирования к горелкам мягкого режима.

К вспомогательным горелкам топливный газ подается через узел регулирования.

Вторичный риформинг

После первичного риформинга конвертированный газ, содержащий не более 12 % (об.) метана направляется в шахтный конвектор, в котором на никелевом катализаторе происходит доконверсия остаточного метана водяным паром и кислородом воздуха, процесс определяется реакциями:



Воздух для технологического процесса засасывается из атмосферы центробежными компрессорами, сжимается до 3,33 МПа (34 кгс/см²) и выдается на технологию.

Предусмотрен один компрессор рабочий, один - резервный. Давление воздуха на нагнетании компрессора регулируется автоматически при помощи узла регулирования сбросом избытка в атмосферу.

Для очистки от механических примесей воздух предварительно проходит пенный пылеулавливатель и механический фильтр.

Сжатый воздух с температурой до 82 °С подогревается в змеевике печи до 500 °С и вводится в реактор вторичного риформинга.

Для поддержания соотношения $H_2: N_2 = (2,8 \div 3,1):1$ в синтез-газ, выдаваемый в агрегат синтеза аммиака, производится дополнительная тонкая дозировка воздуха на технологический процесс при помощи узла регулирования. Дозировка осуществляется с помощью ЭВМ от газоанализатора по соотношению $(H_2 \div CO):N_2 = (2,8 \div 3,1):1$.

Газ после вторичного риформинга выходит с температурой до 983 °С и содержит метана-не более 0,3 %об., окиси углерода – не более 13 %об., двуокиси углерода - 7÷9,5 % об.

Рекуперация тепла и производство пара

После вторичного риформинга газ проходит трубное пространство охладителя газа, межтрубное пространство которого находится под заливом котловой воды. За счет охлаждения газа до 511 °С в межтрубном пространстве охладителя образуется пар давлением Ризб. = 3,82 МПа (39 кгс/см²).

Температура газа после охладителя регулируется внутренним байпасом с поворотной дисковой заслонкой.

Вода для питания котлов поступает из установки обессоливания воды и направляется на дегазацию. Химочищенная вода предварительно подогревается, последовательно, в теплообменнике котловой питательной водой до 50 °С, в теплообменнике конвертированным газом до 90 °С, в змеевике конвекционной печи дымовыми газами - до 114 °С и направляется в деаэратор.

Получение пара давлением до 3,82 МПа (39 кгс/см²) осуществляется в котле-утилизаторе агрегата синтеза аммиака, в змеевике конвекционной зоны печи принудительной циркуляцией котловой воды при помощи насоса 1 и в охладителе газа естественной циркуляцией.

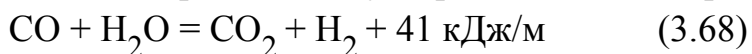
Пар из агрегата синтеза аммиака и недостающее количество пара из сепаратора подается на технологический процесс, а избыток редуцируется узлом до давления 1,47 МПа (15 кгс/см²). Вода из хранилища забирается насосом и выдается в линию химочищенной воды после теплообменника.

Конверсия окиси углерода

Процесс конверсии окиси углерода ведется в две ступени с промежуточным отбором тепла.

Конвертированный газ после охладителя охлаждается в теплообменнике газом, идущим на процесс метанирования.

В реакторе на железохромовом катализаторе при температуре 380÷460 °С протекает процесс конверсии окиси углерода водяным паром по реакции:



Ввиду динамичности процесса газовая система не достигает состояния равновесия. Получающийся состав газа соответствует состоянию равновесия при температуре на 28 °С выше температуры выходящего газа из реактора. Содержание в газе окиси углерода после среднетемпературной конверсии – не более 3 % об.

После реактора конвертированный газ охлаждается и донасыщается парами воды до соотношения пар: газ = (0,75÷0,8):1 в увлажнителе за счет впрыска технологического конденсата и с температурой 200÷245 °С поступает в реактор низкотемпературной конверсии окиси углерода.

Процесс низкотемпературной конверсии окиси углерода протекает на меднохромовом катализаторе при температуре 200÷260 °С.

Состав газа соответствует состоянию равновесия системы при температуре на 42 °С выше температуры газа, выходящего из реактора. Содержание в газе окиси углерода после низкотемпературной конверсии – не более 0,7 % об.

Охлаждение газа и конденсация пара

После реактора конвертированный газ с температурой не более 260 °С направляется в кипятильники моноэтаноламинового раствора.

Проходя трубное пространство кипятильников, газ подогревает в межтрубном пространстве раствор моноэтаноламина и освобождается от конденсата в сепараторе. Пройдя сепаратор газ с температурой 124 °С поступает в подогреватель питательной воды, где нагревая воду до 70 °С, охлаждается до 108 °С. Затем газ поступает в водяной холодильник, где охлаждается до 40 °С, после чего отделяется от сконденсировавшейся влаги в сепараторе.

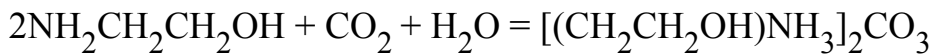
Газовый конденсат после сепаратора с температурой до 130 °С разделяется на два потока. Один поток, основной, поступает в фильтры, где очищается от механических примесей. Второй поток, избыток газового конденсата из сепаратора смешивается с холодным конденсатом из сепаратора и отводится через узел регулирования в сборник, а из него направляется на установку очистки газового конденсата на участке ХВО.

В период пуска агрегата подготовки синтез-газа газовый конденсат полностью выдается на установку очистки или сбрасывается в линию условно чистых стоков, а на впрыск подается котловая вода от насоса через узел регулирования.

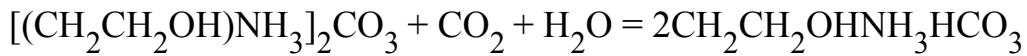
Очистка газа от углекислоты

Охлажденный до 40 °С конвертированный газ после сепаратора поступает в абсорбер, в котором расположены три слоя насадки. Верхний – керамические седла "инталокс", средний – пропиленовая винтовая насадка, нижний – пропиленовые кольца "палля".

Абсорбер орошается 15÷20 % раствором моноэтаноламина, подаваемым насосом через водяные холодильники. Плотность орошения регулируется узлом. Поглощение углекислоты раствором моноэтаноламина протекает по реакции:



$$+ 1917,55 \text{ Дж/кг} \quad (3.69)$$



$$+ 1917,55 \text{ Дж/кг} \quad (3.70)$$

После моноэтаноламиновой очистки газ содержит углекислоты до 100 миллионных долей.

Уровень в абсорбере поддерживается автоматически выдачей насыщенного раствора на регенерацию через узел регулирования. После абсорбера газ отделяется от капель моноэтаноламина в сепараторе, и направляется на тонкую очистку от остаточных количеств окиси и двуокиси углерода. Конденсат моноэтаноламина из сепаратора отводится в абсорбер.

Регенерация раствора моноэтаноламина

Насыщенный углекислотный раствор моноэтаноламина выводится из нижней части абсорбера, последовательно подогревается до 110 °С в трубном пространстве теплообменников обратным потоком и через узел регулирования редуцируется до 0,0068 МПа (0,69 кгс/см²) в колонну регенерации тарельчатого типа.

Раствор, стекая вниз по тарелке, подогревается встречным потоком парогазовой смеси, вследствие чего происходит выделение углекислого газа и восстановление поглотительной способности моноэтаноламина по реакции:



$$- 1917,55 \text{ Кдж/кг} \quad (3.71)$$



$$- 1917,55 \text{ Кдж/кг} \quad (3.72)$$

Более полное восстановление поглотительной способности раствора осуществляется в кипятыльниках подогревом его до 135 °С. Парогазовая смесь после кипятыльников отводится в колонну регенерации, а раствор последовательно охлаждается до 77 °С в тепло-обменниках, В, С холодным раствором МЭА, затем в водяном холодильнике до 60 %, забирается насосом и через холодильники с температурой 30 - 40 °С выдается в абсорбционную колонну. Часть раствора после водяных холодильников отводится на фильтрацию для удаления твердых продуктов осмоления моноэтаноламина и механических примесей, последовательно проходит песочный фильтр, угольный и направляется на всас насосов перед теплообменниками.

Для очистки продуктов разложения (окисления и осмоления моноэтаноламина, вызывающих коррозию и эрозию аппаратуры), предусмотрена разгонка части циркуляционного раствора в очистителе.

Часть раствора из регенератора через узел регулирования выдается в очиститель. В змеевик очистителя подается пар 1,47 МПа (15 кгс/см²), которым раствор

подогревается до 145 °С. Парогазовая смесь из очистителя отводится в колонну регенерации. Кубовый остаток из очистителя периодически сливается в бочки.

Для нейтрализации продуктов разложения в очиститель, перед включением его в работу, добавляется 10 % раствор щелочи насосом из хранилища.

Парогазовая смесь после колонны регенерации охлаждается в водяных холодильниках, отделяется от конденсата в сепараторе и в виде углекислого газа выбрасывается в атмосферу через узел регулирования или через узел регулирования выдается потребителям. Конденсат из сепаратора забирается насосом и через узел регулирования подается на орошение регенератора.

Концентрированный моноэтаноламин хранится в емкости. Из нее погружным насосом моноэтаноламин подается в емкость, в которой готовится 15 - 20 % раствор. Из емкости насосом раствор подается на подпитку системы моноэтаноламиновой очистки в линию рабочего раствора на выходе из колонны регенерации.

Хранилище служит также для освобождения, при необходимости, системы моноэтаноламиновой очистки от раствора. Для сброса раствора моноэтаноламина с насосов и аппаратов предназначена емкость, из которой раствор выдается в очиститель насосом.

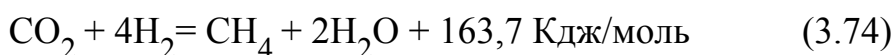
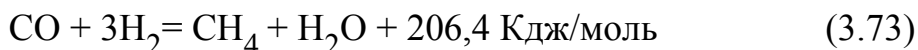
Тонкая очистка конвертированного газа

После очистки от углекислоты газ содержит еще не более 0,7 % объемных окиси и до 100 миллионных долей двуокиси углерода, являющихся ядами катализатора синтеза аммиака.

После удаления кислородосодержащих соединений конвертированный газ подвергается тонкой очистке.

После сепаратора газ подогревается в теплообменнике до температуры не более 316 °С и направляется в реактор метанирования. Температура на входе в реактор регулируется перепуском части холодного газа мимо теплообменников узлом регулирования.

В реакторе на никелевом катализаторе при температуре 300 ÷ 390 °С протекает процесс гидрирования окиси и двуокиси углерода по реакции:



Содержание метана в газе повышается не более 0,75 %, содержание CO + CO₂ снижается и составляет не более 20 миллионных долей.

Полученный синтез-газ с соотношением H₂:N₂ = (2,8 ÷ 3,1):1 и давлением до 2,35 МПа (24 кгс/см²) после реактора охлаждается в теплообменнике и водяном холодильнике до 40 °С, отделяется от конденсата в сепараторе и направляется на всас дожимающих поршневых компрессоров.

Конденсат из сепаратора через регулирующий узел отводится в сборник.

Для предотвращения вывода из строя катализатора в реакторе при завышении температуры предусмотрена защита: закрытие отсекающего клапана на линии выхода синтез-газа из сепаратора и открытие клапана сброса газа на факел перед реактором.

Давление газа, выдаваемого в агрегат синтеза аммиака, регулируется автоматически узлом.

Компрессия синтез-газа

Очищенный синтез-газ (азотоводородная смесь) после сепаратора Д- 119 поступает на всас поршневых дожимающих компрессоров С- 201, в которых сжимается от 1,9÷2,16 МПа (20÷22 кгс/см²) до 31,38 МПа (320 кгс/см²).

Установлено два рабочих компрессора и один резервный. Часть азотоводородной смеси с нагнетания 1-й ступени компрессора через регулирующий узел, масляный фильтр направляется в агрегат подготовки синтез-газа на гидрирование сернистых соединений.

Синтез аммиака

Свежая азотоводородная смесь давлением до 31,38 МПа (320 кгс/см²) поступает в охладитель азотоводородной смеси, где, проходя по трубному пространству, охлаждается до температуры 5÷15 °С за счет испарения жидкого аммиака в межтрубном пространстве.

После свежая азотоводородная смесь поступает в сепаратор, где происходит выделение из азотоводородной смеси сконденсировавшихся влаги и масла. После свежая азотоводородная смесь вводится в линию циркуляционного газа перед аммиачным испарителем.

Смесь свежего и циркуляционного газов охлаждается в трубном пространстве аппарата за счет испарения в межтрубном пространстве жидкого аммиака. Здесь происходит окончательная конденсация аммиака из циркуляционного газа - вторичная конденсация. После испарителя газовая смесь отделяется от сконденсировавшегося аммиака в сепараторе, подогревается в межтрубном пространстве холодного теплообменника до температуры 40 °С газом, поступающим на вторичную конденсацию, и направляется на всас циркуляционных компрессоров, в которых дожимается до давления 34,32 МПа (350 кгс/см²).

Сжатый газ подогревается в межтрубном пространстве горячего теплообменника до температуры 175 °С обратным потоком и направляется в колонну синтеза аммиака.

В колонну синтез-газ поступает четырьмя потоками: основным, нижним и двумя верхними холодными байпасами.

Основной поток газа подается в колонну сверху, проходит по кольцевому зазору между корпусом колонны и кожухом насадки и поступает в межтрубное пространство нижнего теплообменника, где подогревается обратным потоком до 340 °С. На выходе

из теплообменника газ смешивается с холодным потоком, подаваемым по нижнему холодному байпасу. Потоки взаимосвязаны узлом регулирования таким образом, что увеличение подачи газа в колонну по основному ходу вызывает уменьшение подачи его по нижнему байпасу и наоборот.

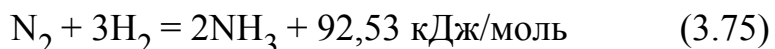
После смешивания газ проходит кольцевое пространство между внутренней стороной кожуха насадки и кожухом катализаторной коробки нижнего адиабатического слоя насадки и через распределительную коробку направляется в прямоточные трубы теплообменника среднего адиабатического слоя насадки. В трубном пространстве теплообменника газ подогревается до температуры $450 \div 475$ °С за счет тепла реакции в слое катализатора. После теплообменника газ проходит по кольцевому зазору между внутренней стенкой стакана коробки теплообменного слоя катализатора и центральной трубой вниз и направляется в центральную трубу.

В центральной трубе расположен электроподогреватель, служащий для подогрева катализатора при его восстановлении и при пусках агрегата. На выходе из центральной трубы газ смешивается с холодным потоком и направляется в коробку катализатора верхнего адиабатического слоя.

Температура в верхней части колонны поддерживается автоматически узлом регулирования за счет изменения подачи газа по верхнему холодному байпасу. Циркуляционный газ проходит сверху три слоя катализатора и выводится из колонны.

Температура горячей точки насадки колонны синтеза регулируется подачей газа по верхнему холодному байпасу после верхнего адиабатического слоя. Регулирование температуры осуществляется вентилем с электроприводом дистанционно со щита ДПУ или по месту в ручную.

В колонне синтеза на железном катализаторе при температуре $480 \div 550$ °С протекает обратимая реакция синтеза аммиака:



Газовая смесь после колонны синтеза с температурой не более 410 °С и содержанием аммиака до 20 % об. отдает свое тепло в котле-утилизаторе, горячем теплообменнике, в воздушном холодильнике и с температурой не более 65 °С поступает на первичную конденсацию в водяной холодильник-конденсатор. Здесь конденсируется основная часть аммиака, которая отделяется в сепараторе. После водяного холодильника газовая смесь охлаждается в холодном теплообменнике потоком после вторичной конденсации. На выходе из теплообменника соединяется со свежим потоком синтез-газа и направляется в аммиачный испаритель на вторичную конденсацию. Этим цикл замыкается.

Жидкий аммиак из сепаратора, проходит магнитные фильтры, через узлы регулирования редуцируется до давления 1,76 МПа (18 кгс/см^2) в сборник, а из сборника через регулирующий узел выдается на склад. Для аварийной выдачи аммиака

из сборника предусмотрена отдельная линия с отсекающим клапаном. Танковые газы из сборника отводятся через узел регулирования. Инертные газы из цикла циркуляции синтез-газа выводятся постоянно через продувку после водяного холодильника-конденсатора узлом регулирования, соединяются с танковыми газами и направляются на установку улавливания аммиака.

Пар из котла-утилизатора давлением 3,82 МПа (39 кгс/см²) выдается в агрегат подготовки синтез-газа. Вода для котла-утилизатора подается из агрегата подготовки синтез-газа насосом через узел регулирования.

Для подготовки защитного газа, идущего на обдув электродвигателя циркуляционных компрессоров, предусмотрена установка осушки. Часть свежей азотоводородной смеси отбирается после установки выделения влаги и масла и направляется в аммиачный испаритель, в котором охлаждается до 5÷10 °С, отделяется от конденсата во влагоотделителе и через силикагелиевый осушитель подается на циркуляционные компрессоры на обдув электродвигателя.

Для возможности регенерации силикагеля в осушителях предусмотрено две установки осушки. Восстановление поглотительной способности силикагеля производится азотом, подогретым до температуры 180 °С в подогревателе паром 3,82 МПа (39 кгс/см²) и сбрасываемым после осушителя в атмосферу.

Жидкий аммиак в испарители и охладитель подается через соответствующие узлы регулирования со склада жидкого аммиака или из сборника. Газообразный аммиак из испарителя отделяется от капель жидкого аммиака в отделителе, смешивается с газообразным аммиаком после и направляется потребителям или на установку сжижения.

Прием, хранение и выдача жидкого и газообразного аммиака потребителям производится согласно регламенту склада жидкого аммиака. Технологическая схема производства аммиака показана на рисунке 3.37.

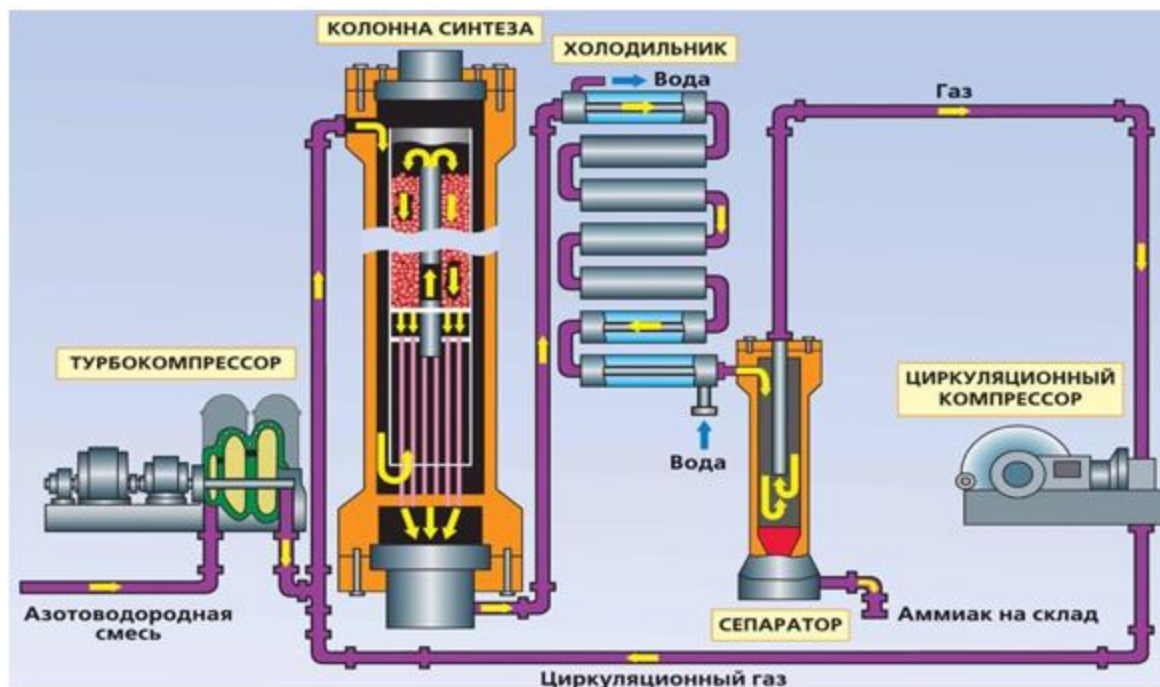


Рисунок 3.37. Технологическая схема производства аммиака

3.4.1.2. Выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух при производстве аммиака

В таблице 3.57 – 3.58 представлены выбросы загрязняющих веществ, при производстве аммиака по рассматриваемым технологиям. В выбросах в качестве маркерных веществ приняты выбросы диоксида азота NO_2 . Также представлены данные по косвенным загрязняющим веществам, образующимся в процессе – CO . Представленные в таблицах значения выбросов приведены от основных технологических процессов и относящихся к ним источникам выбросов. Основным источником выбросов загрязняющих веществ в атмосферу является дымовая труба печи первичного риформинга. При производстве аммиака возможны также выбросы от сжигания на факельных установках газа, образующегося из агрегатов конверсии и очистки газа во время пусковых операций и иных источников с незначительным выбросом CO и NO_x , необходимых для стабильного режима работы агрегатов после вывода их на нормальный технологический режим и не учитывают выбросы загрязняющих веществ в период пуска/останова агрегатов. Во время пуска осуществляются такие операции, как разогрев печи первичного риформинга, прием технологического природного газа, вывод на нормальный режим конвертора синтеза аммиака и др., во время которых образующиеся продукты и синтез-газ сбрасываются на факельную установку. С целью снижения объема сжигаемого газа и как следствие предотвращения выбросов в атмосферу используется установка утилизации аммиака из танковых и продувочных газов, которая предназначена для утилизации аммиака с получением раствора аммиачной селитры, который далее в смеси с раствором,

получаемым в действующем цехе производства сложных минеральных удобрений, перерабатывается в гранулированную селитру со значительным экономическим эффектом.

Таблица .. Удельные выбросы маркерных загрязняющих веществ при производстве аммиака

№ п/п	Технологический процесс	Наименование маркерного ЗВ	Концентрация выбросов, мг/Нм ³		ПДК м.р., мг/м ³	ПДК с.с., мг/м ³	Примечание
			Макс.	Мин.			
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Первичный риформинг	NO ₂	0,528	0,0002	0,2	0,04	Содержание Н ₂ , СО и СО ₂ в газе соответствует состоянию равновесия газовой смеси при температуре на выходе из печи, равной 788 °С

Таблица .. Прочие выбросы загрязняющих веществ при производстве аммиака

№ п/п	Технологический процесс	Наименование маркерного ЗВ	Концентрация выбросов, мг/Нм ³		ПДК м.р., мг/м ³	ПДК с.с., мг/м ³	Примечание
			Макс.	Мин.			
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Первичный риформинг	СО	8,42	0,23	5	3	Содержание Н ₂ , СО и СО ₂ в газе соответствует состоянию равновесия газовой смеси при температуре на выходе из печи, равной 788 °С

3.4.1.3. Сбросы загрязняющих веществ при производстве аммиака

Сброс сточных вод непосредственно в водные объекты не происходит, нормативно очищенные сточные воды направляются в промышленную канализацию (вода от

продувки котлов агрегата конверсии и синтеза). Газовый конденсат, образуемый при охлаждении конвертированного газа после моноэтаноламиновой очистки направляется на установку очистки газового конденсата цеха тепловодоснабжения, с возможностью повторного использования в технологическом цикле.

3.4.1.4. Отходы, образующиеся при производстве аммиака

Виды отходов образующиеся в процессе производства аммиака:

отработанные катализаторы, которые удаляются из реакторов с помощью вакуумной установки или вручную в металлические контейнеры и далее передаются на завод изготовитель, либо иным принимающим организациям;

кубовый остаток разгонки моноэтаноламина, который подвергается двухступенчатой переработке (1 - выпарка содержания моноэтаноламина и воды с дальнейшим направлением в технологический цикл; 2 - нейтрализация остальной части кубового остатка щелочью. Далее нейтрализованная часть направляется на рециркуляцию) с дальнейшей выдачей кубового остатка моноэтаноламина потребителям;

асбестсодержащие отходы (в т. ч. паронит и сальниковая набивка), подлежат передаче сторонним предприятиям на договорной основе.

Все образующиеся отходы производства подлежат размещению/переработке на специализированных предприятиях.

3.4.2. Производство слабой азотной кислоты

По объему производства азотная кислота занимает среди минеральных кислот второе место после серной кислоты, что объясняется большим значением азотной кислоты и ее солей в народном хозяйстве. Основными потребителями азотной кислоты и нитратов являются сельское хозяйство (минеральные удобрения), производство синтетических красителей и взрывчатых веществ, а также лекарственных препаратов и других продуктов органического синтеза.

Цех слабой 46 % азотной кислоты введен в эксплуатацию в 1970 году.

Азотная кислота производится по комбинированной схеме: конверсия аммиака производится под атмосферным давлением, а абсорбция окислов азота под давлением 3,5 атм. На данный момент укомплектованы оборудованием 8 агрегатов из 8-ми. Производительность одного агрегата (в пересчете на моногидрат) – 5,5 тонн/час, 44 880 тонн/год.

Проектная производительность цеха слабой азотной кислоты – 360 000 тонн/год.

Конечной товарной продукцией АО "КазАзот" на данный момент являются гранулированная аммиачная селитра, аммиак жидкий и газ товарный. Аммиак газообразный и слабая азотная кислота являются полуфабрикатами и используются в технологических процессах в качестве реагентов в производстве аммиачной селитры.

Потенциально, при наличии спроса и обеспечении условий транспортировки, слабая азотная кислота также может стать конечной товарной продукцией.

3.4.2.1. Описание технологического процесса производства слабой азотной кислоты

Традиционным методом получения азотной кислоты является каталитическое окисление аммиака кислородом воздуха с последующей переработкой оксида азота (II) в оксид азота (IV) и поглощением его водой [61].

Технологический процесс производства азотной кислоты включает следующие основные стадии:

подготовка аммиачно-воздушной смеси;

окисление аммиака в контактном аппарате на двухступенчатом платиновом катализаторе;

охлаждение и промывка нитрозных газов;

сжатие нитрозных газов;

абсорбция окислов азота;

очистка "хвостовых" газов и рекуперация их энергии;

утилизация тепла реакции окисления аммиака (подготовка питательной воды и получение пара);

хранение готовой продукции и выдача ее потребителю;

испарение аммиака;

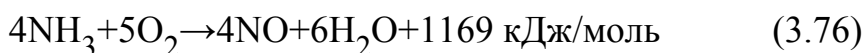
регулирование давления газообразного аммиака в общезаводском коллекторе;

сбор и утилизация кислых сточных вод.

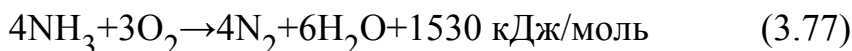
Контактное окисление аммиака

При контактном окислении аммиака в зависимости от применяемого катализатора и условий процесса протекают следующие реакции:

основная



побочная



Тепловой эффект реакций рассчитан на основании закона Гесса по данным теплот образования продуктов и реагентов.

Общепринятым катализатором окисления аммиака в отечественных схемах производства азотной кислоты является платина и ее сплавы.

Платина проявляет очень высокую каталитическую активность, обеспечивая при 600 - 1000 °С высокий выход NO (до 99 %). Одновременно с этим платина имеет низкую температуру инициирования реакции (195 - 200 °С), обладает хорошей пластичностью, ковкостью и тягучестью, что делает сплавы на основе платины непревзойденными катализаторами окисления аммиака. Недостатком платины является ее склонность к разрушению при температурах конверсии под воздействием реакционной смеси и подверженность влиянию большого количества ядов. Поэтому в качестве катализаторов применяют сплавы платины с промоторами, улучшающими

механические свойства платины или сплава и снижающими потери. К таким промоторам относятся Co, V, Cr, Sb, Mo, Mn, Ti, Ba, Zn и др. Другая часть добавок к платине, вводимых в количестве до 10 % и более, является активной составляющей, повышающей его активность и селективность одновременно с улучшением механических свойств. Это в основном металлы платиновой группы: Rh, Pd, Ir, Ru, Os.

Наибольшее распространение в качестве катализаторов окисления аммиака получили сплавы платины с родием, палладием, реже, с рутением. При работе на сплавах сохраняется свойство, присущее чистой платине, - увеличение выхода NO при повышенной температуре. Сплавы обладают лучшими механическими свойствами, что позволяет проводить процесс при высоких температурах.

Платиновые катализаторы применяются в виде сеток, изготовленных из проволоки диаметром от 0,06 до 0,09 мм, с размером стороны ячейки 0,22 мм, числом ячеек 1024 шт. на 1 см² (ГОСТ 3193 - 74).

Для сохранения высокой активности катализатора большое значение имеет чистота аммиачно-воздушной смеси. Наиболее сильным ядом для платинового катализатора является фосфористый водород, снижающий (при содержании его в газе 0,00002 %) степень конверсии до 80 %. Ядом является также сероводород. Синтетический аммиак может содержать железную каталитическую пыль, масло и другие загрязнения. Воздух может содержать примеси, присутствующие в атмосфере. Поэтому предусмотрена трехступенчатая очистка воздуха и аммиачно-воздушной смеси, способствующая увеличению продолжительности работы платиновых сеток и повышению выхода NO на 2 - 4 %.

Однако в процессе работы катализатор постепенно отравляется, и выход оксида азота снижается. Для удаления отравляющих примесей и загрязнений сетки периодически регенерируют.

В качестве катализатора обычно применяют пакет из 10 - 30 сеток из платино-палладий-родиевого сплава. Однако в связи с высокой стоимостью платиновых металлов, потерей платины при высоких температурах и давлениях и низкой продолжительностью пробега в последние годы разработаны и успешно внедрены на ряде предприятий России новые блочные оксидные катализаторы сотовой структуры типа ИК- 42 - 1, которыми заменяется 30 % платиновых сеток на второй ступени окисления аммиака.

По данной двухступенчатой технологии смесь аммиака и воздуха сначала контактирует с пакетом из 10 - 20 платиновых сеток, а затем происходит окисление оставшегося аммиака в присутствии NO и кислорода на оксидном катализаторе сотовой структуры.

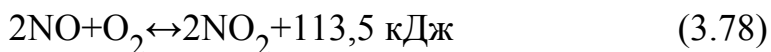
Это позволяет сократить безвозвратные потери платины на 20 - 30 %, увеличить продолжительность пробега без снижения степени окисления, значительно уменьшить

вложения, обеспечить равномерное распределение газового потока в реакторе и уменьшить вероятность взаимодействия между NO и NH₃ в газовой фазе.

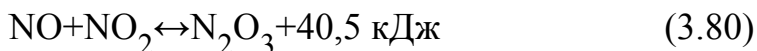
Окисление оксида азота (II)

Окисление оксида азота (II) в высшие оксиды протекает по реакциям:

основная



сопутствующие

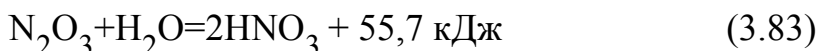
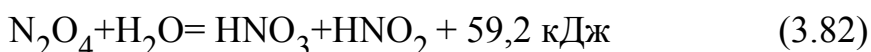
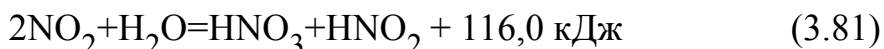


Все реакции обратимы, протекают с уменьшением объема и выделением тепла, поэтому скорость этих реакций зависит от концентрации NO в нитрозном газе, температуры и давления.

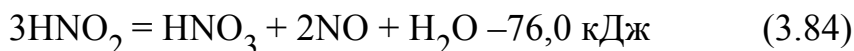
Согласно принципу Ле-Шателье для данных реакций с понижением температуры и повышением давления равновесия смещается вправо, в сторону образования продуктов. Поэтому процесс окисления NO в промышленных условиях проводят под давлением 3,5 - 9 атм при температуре 20 - 35 °С (путем охлаждения газовой смеси оборотной водой) и высоких концентрациях NO и кислорода в газе.

Переработка оксидов азота в разбавленную азотную кислоту

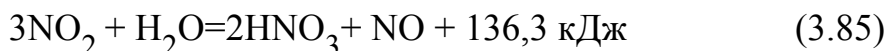
Поглощение образовавшихся высших оксидов из газовой фазы водой или водными растворами азотной кислоты происходит по следующим реакциям:



Азотистая кислота как малоустойчивое соединение разлагается на азотную кислоту и оксид азота (II):



Суммарная основная реакция образования азотной кислоты выражается следующим уравнением:



Промышленные установки получения разбавленной азотной кислоты делятся на три группы:

установки, работающие под атмосферным давлением;

установки, работающие под повышенным давлением (от 3 до 8 атм);

комбинированные установки, в которых аммиак окисляется под атмосферным давлением, а оксиды азота перерабатывает в кислоту под повышенным давлением.

При работе установок под атмосферным давлением степень абсорбции составляет 92 %, концентрация продукционной кислоты - 45 - 49 % HNO_3 , при работе под давлением достигается 97,5 - 98 %-ная степень абсорбции, и образующаяся кислота содержит 56 - 58 % HNO_3 .

Снижение температуры поглощения оксидов азота позволяет значительно сократить абсорбционные объемы, способствует увеличению производительности башен и повышению концентрации азотной кислоты.

При получении азотной кислоты выделяется значительное количество тепла, которое отводится охлаждающей водой в холодильниках (газ) или при орошении в колоннах (кислоту).

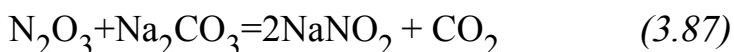
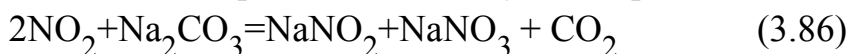
Главные факторы, определяющие скорость и полноту образования кислоты из оксидов азота, – это повышенное давление, низкая температура, высокое содержание NO_2 в нитрозных газах и развитая поверхность контакта газа с жидкостью.

Очистка отходящих газов производства

С целью исключения загрязнения атмосферы оксидами азота проводят очистку выхлопных газов после кислотной абсорбции различными методами.

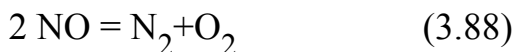
Наиболее распространенный метод - поглощение остаточных оксидов азота растворами щелочей, главным образом, насыщенным раствором кальцинированной соды, реже - известковым молоком, растворами поташа и едких щелочей.

Поглощение протекает по следующим реакциям:



При этом достигается 99 %-ная степень абсорбции, и образуются нитрит-нитратные щелочи, содержащие 280 - 350 г/л NaNO_2 и 60 - 90 г/л NaNO_3 , которые затем перерабатывают в азотные удобрения.

В современных схемах производства слабой азотной кислоты (60 % NaNO_3) мощностью 360 тысяч тонн/год применяют каталитическую очистку выхлопных газов, при котором на палладиевом катализаторе производят восстановление NO до элементарного азота при температуре 750 - 850 °С. Содержание NO в выхлопных газах не превышает 0,004 - 0,006 % и соответствует санитарным нормам. Термическое разложение оксидов азота протекает по реакции:



Существует также метод санитарной очистки газов адсорбцией их силикагелем в кипящем слое.

Технологическая схема производства слабой азотной кислоты

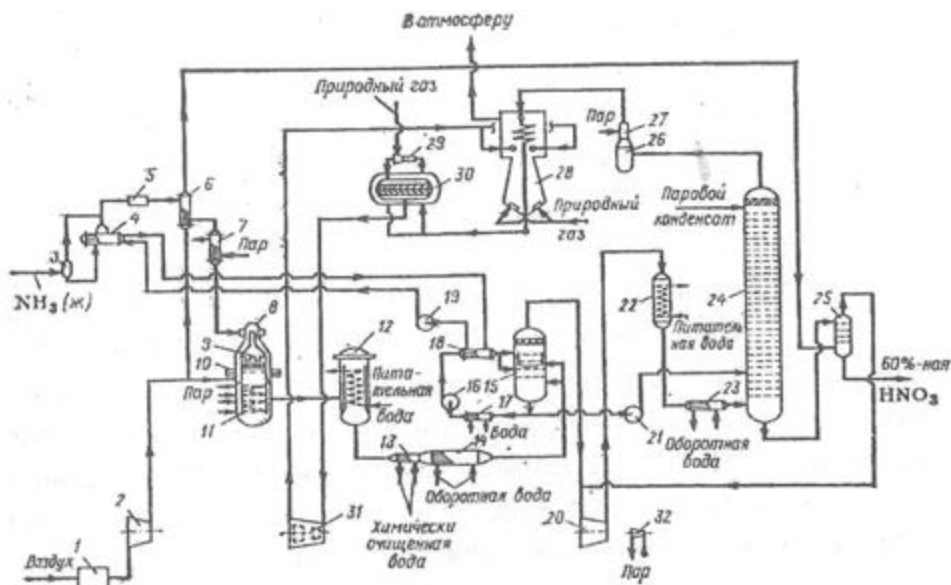
В настоящее время для производства разбавленной азотной кислоты применяют схемы, работающие под повышенным давлением (например, 0,716 МПа). Принципиальная технологическая схема производства в агрегате АК- 72 изображена на рисунке 3.38. Атмосферный воздух после очистки от механических примесей на фильтрах грубой и тонкой очистки в аппарате 1 засасывается воздушным компрессором 2. Сжатый до 0,412 МПа воздух разделяется на два потока. Основной поток направляется в контактный аппарат 10, а второй поток (10 - 14 % от общего) проходит последовательно подогреватель газообразного аммиака 6, продувочную колонну 25 и смешивается с нитрозными газами на линии всасывания нитрозного нагнетателя 20.

Жидкий аммиак поступает в ресивер 3, а затем в испаритель 4, где горячие нитрозные газы охлаждаются последовательно в котле-утилизаторе 11, расположенном под катализаторными сетками, в экономайзере 12, подогревателе химически очищенной воды 13, холодильнике-конденсаторе 14 и промывателе 15. В промывателе 15 наряду с процессами охлаждения нитрозного газа и конденсации паров с образованием азотной кислоты концентрации 40 - 45 % HNO_3 осуществляется промывка нитрозных газов от непрореагировавшего аммиака и нитрит-нитратов аммония, образующихся из аммиака и оксидов азота в тракте до промывателя.

Промыватель 15 орошается азотной кислотой, циркуляция которой осуществляется с помощью насоса 16 через холодильник 17, охлаждаемый оборотной водой, и холодильник 18, охлаждаемый циркулирующей через испарители жидкого аммиака 4 захлажденной водой. Из промывателя 15 азотная кислота насосом 21 подается в абсорбционную колонну 24.

Охлажденный нитрозный газ поступает в нагнетатель 20, сжимается до 1,079 МПа, охлаждается в подогревателе питательной воды 22 и в холодильнике-конденсаторе 23 и поступает в абсорбционную колонну 24. Абсорбционная колонна орошается паровым конденсатом. Образующаяся в результате абсорбции оксидов азота продукционная 60 %-ная азотная кислота поступает в продувочную колонну 25, где при давлении 0,392 МПа из нее отдувают растворенные оксиды азота воздухом, и далее самотеком направляется в хранилище.

Выхлопные газы из абсорбционной колонны направляются в ловушку 26 со встроенным теплообменником 27, а затем в подогреватель 28. Противоточный подогрев сжатых выхлопных газов осуществляется последовательно расширенными выхлопными газами из газовой турбины и дымовыми газами из подогревателя 28.



1 - фильтр воздуха; 2 - воздушный компрессор; 3 — ресивер жидкого аммиака; 4 - испаритель аммиака; 5 - фильтр газообразного аммиака; 6, 7, 13, 22, 21, 28 - подогреватели; 8, 29 - смесители; 9 - фильтр аммиачно-воздушной смеси; 10 - контактный аппарат; 11 - котел-утилизатор; 12 - экономайзер; 14, 23 - холодильники-конденсаторы; 15 — газовый промыватель; 16, 19, 21 — насосы; 17, 18 - теплообменники; 20 — нитрозный нагнетатель; 24 - абсорбционная колонна; 25 - продувочная колонна; 26 - ловушка; 30 - реактор каталитической очистки; 31 - газовая турбина; 32 - паровая турбина.

Рисунок .. Технологическая схема агрегата АК- 72

Нагретые до 480 - 500 °С выхлопные газы проходят рубашку реактора каталитической очистки 30, где на двухступенчатом катализаторе при избытке природного газа происходит восстановление оксидов азота до азота с одновременным подогревом выхлопных газов до 750 - 770 °С. Горячие выхлопные газы направляются на рекуперационную газовую турбину 31, где происходит их расширение от 0,932 - 0,981 до 0,103 МПа. Энергия расширения горячих выхлопных газов практически полностью соответствует затратам механической энергии на сжатие воздуха и нитрозных газов. Некоторый недостаток механической энергии восполняется работой паровой турбины 32. Расширенные выхлопные газы из турбины поступают в подогреватель 28, охлаждаются до 200 °С и выбрасываются в атмосферу через выхлопную трубу.

Эксплуатируются также модернизированные агрегаты АК- 72М и схема ГИАП - Гранд Паруасс, исключая потребление природного газа.

3.4.2.2. Выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух при производстве азотной кислоты

В таблице 3.59 представлены выбросы загрязняющих веществ, при производстве азотной кислоты по рассматриваемым технологиям. В выбросах в качестве маркерных

веществ приняты NO_2 , NH_3 . Представленные в таблицах значения выбросов приведены от основных технологических процессов и относящихся к ним источникам выбросов. Учитывая непрерывность технологии производства азотной кислоты, основными выбросами в атмосферу являются отработанные "хвостовые" газы. Отработанные хвостовые газы, после абсорбционных колонн направляются в реакторы каталитической очистки от остаточных окислов азота. Очистка "хвостовых" газов производится методом селективного, каталитического восстановления окислов азота газообразным аммиаком, с использованием катализатора. Очищенные "хвостовые" газы с содержанием окислов азота не более 0,009 % и аммиака не более 0,015 % объемных выбрасываются в атмосферу через выхлопную трубу высотой не менее 100 м, что позволяет обеспечить рассеивание выхлопного/хвостового газа в случае аварийной остановки машинных агрегатов и по другим причинам.

Таблица .. Удельные выбросы маркерных загрязняющих веществ при производстве азотной кислоты

№ п/п	Технологический процесс	Наименование маркерного ЗВ	Концентрация выбросов, мг/Нм ³		ПДК м.р., мг/м ³	ПДК с.с., мг/м ³	Примечание
			Макс.	Мин.			
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Окисление аммиака	NO_2	1,12	0	0,2	0,04	Очистка "хвостовых" газов методом селективного, каталитического восстановления окислов азота газообразным аммиаком на ванадиевом катализаторе АВК- 10М, АОК77 - 55 при температуре 230 - 300 °С и давлении 0.34 МПа (3.2 ат).
		NH_3	21,733	0,0001	0,2	0,04	

3.4.2.3. Сбросы загрязняющих веществ при производстве азотной кислоты

Применение оборонной системы водоснабжения позволяет избежать значительного воздействия на окружающую среду. Кислые стоки, образуемые при подготовке

оборудования к ремонту, абсорбционных колонн и в насосной склада, а также при мытье полов, проливах собираются со специально предназначенных приемниках, с последующим, после очистки, смешиванием с продукционной кислотой. Конденсат водяного пара после сбора направляется на котлы-утилизаторы, вода от которых охлаждается и направляется на подпитку водооборотных циклов, часть направляется в заводской коллектор. Сброс сточных вод непосредственно в водные объекты не происходит.

3.4.2.4. Отходы, образующиеся при производстве азотной кислоты

При производства азотной кислоты образуются следующие виды отходов:

отработанные катализаторы, передаются на завод изготовитель, либо иным принимающим организациям с возможностью повторного использования (извлечение драгоценных металлов, если это применимо);

отработанные масла направляются на стадию регенерации для повторного использования либо передаются на переработку.

3.4.3. Производство аммиачной селитры

Все технологические процессы получения аммиачной селитры выполнены по единой схеме [60,62,63]:

прием и подготовка сырья;

аммонизация (нейтрализация) сырья (растворов);

утилизация аммиака из танковых и продувочных газов производства аммиака с последующим использованием полученного раствора аммиачной селитры;

выпаривание влаги из аммонизированных (нейтрализованных) растворов;

гранулирование, сушка и охлаждение готовой продукции;

затаривание готовой продукции в мешкотару или мягкие контейнеры биг-беги, погрузка в железнодорожные вагоны или автомобильный транспорт производится погрузочными машинами.

В цехе имеются 3 нитки выпарных агрегатов и 6 ниток барабанов-грануляторов-сушилок (БГС). Производительность одного скоростного барабана гранулятора (БГС) (с учетом КИО- 0,8) –15 тонн/час, 118 800 тонн/год. В четвертом квартале 2016 года была введена в эксплуатацию новая установка "CONCETTI" (Италия) по фасовке готовой продукции в Биг-беги по 500 кг. В четвертом квартале 2017 года был введен в эксплуатацию установка по утилизации аммиака из танко-продувочных газов (УТПГ). В июне 2017 года начаты пусконаладочные работы под нагрузкой, с выработкой электроэнергии и паромощностью 38,9 Мвт.

В 2012 г. доработан и актуализирован проект "Доработка и актуализация проекта производства аммиачной селитры в существующих условиях на базе оборудования производства сложных минеральных удобрений ПСМУ АТЗ ТОО "КазАзот".

Проектная годовая производительность установки при работе на одном барабанном грануляторе-сушилке составляла 118,8 тысяч т. В год или 15 т./час.

3.4.3.1. Описание технологического процесса производства аммиачной селитры

Стадии технологического процесса производства по выпуску аммиачной селитры:

приготовление раствора нитрата магния;

прием сырья;

приготовление пульпы магнезита;

осветление пульпы магнезита;

очистка пылегазовой смеси;

приема азотной кислоты и смешение с раствором нитрата магния;

получение раствора аммиачной селитры нейтрализацией азотной кислоты газообразным аммиаком;

упаривание раствора аммиачной селитры до концентрации 95 % и донейтрализация до pH не менее 5,0;

гранулирование, сушка, классификация, охлаждение готового продукта;

кондиционирование готового продукта путем нанесения антислеживателя;

транспортировка, затаривание и отгрузка товарного продукта;

очистка отходящих газов после гранулятора и охлаждающего барабана.

Основные процессы получения аммиачной селитры:

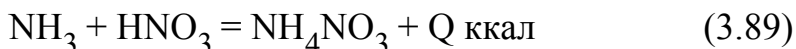
процесс нейтрализации азотной кислоты газообразным аммиаком с получением раствора аммиачной селитры;

процесс упаривания раствором аммиачной селитры до состояния плава;

процесс кристаллизации из плава солив виде гранул;

процесс охлаждения гранул.

Основой процесса нейтрализации является взаимодействие аммиака с азотной кислотой по химической реакции:



Образование аммиачной селитры протекает необратимо и сопровождается выделением тепла. Количество тепла, выделяемого в результате химической реакции, зависит от концентрации азотной кислоты и температуры применяемых реагентов (азотной кислоты, аммиака).

При нейтрализации азотной кислоты концентрацией 46 % газообразным аммиаком под вакуумом получается раствор аммиачной селитры концентрацией 62 – 64 %.

Вследствие проведения процесса нейтрализации азотной кислоты аммиаком под вакуумом в аммонизаторе типа САИ (скоростные аммонизаторы-испарители) создается тесный контакт между аммиаком и азотной кислотой, что препятствует их переходу в газовую фазу и уносу с соковым паром, отводимым из сепаратора – аммонизатора. Процесс нейтрализации ведут в слабокислом режиме, вследствие чего потери аммиака, азотной кислоты и селитры с соковым паром меньше.

Таблица .. Зависимость выхода сокового пара на 1 тонну аммиачной селитры от концентрации АК и АС

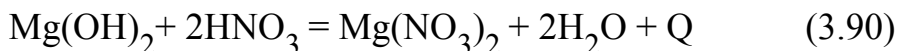
№ п/п	Концентрация, %		Выход сокового пара на 1 тонну аммиачной селитры, кг
	Азотная кислота	Аммиачная селитра	
1	2	3	4
1	43	58,3	328
2	44	60,0	337
3	45	61,9	346
4	46	63,5	353
5	47	65,4	360
6	48	67,1	367
7	49	69,1	374

Так как нейтрализация проходит в слабокислом режиме, потери аммиака с соковым паром уменьшаются.

Процесс упаривания аммиачной селитры осуществляется по двухкорпусной схеме в греющих камерах выпарных аппаратах.

Грануляция плава аммиачной селитры производится в грануляторах барабанного типа. Распыленная осушенным воздухом пульпа из форсунки попадает на завесу гранулированного материала (внутренний и внешний ретур). Капли пульпы и покрытые ею гранулы приобретают сферическую форму.

Разложение брусита азотной кислотой с получением пульпы происходит по реакции :

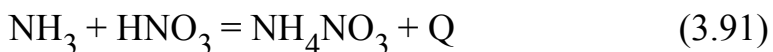


Реакция происходит со значительным выделением тепла.

Процесс разложения проводится при температуре не более 85 °С, на протяжении четырех часов, до реакции среды (водородный показатель) рН 1 ÷ 2.

Азотная кислота с добавкой нитрата магния из цеха САК поступает через регулирующий узел в аммонизаторы.

В аммонизаторе происходит процесс нейтрализации азотной кислоты газообразным аммиаком. Химизм процессов:



Циркуляция раствора в аммонизаторе интенсифицирует процесс нейтрализации и частичного упаривания раствора до концентрации 64 %. Процесс нейтрализации азотной кислоты аммиаком сопровождается экзотермическим эффектом, то есть выделением тепла, вследствие чего в газовую фазу испаряется вода из раствора нитрата аммония. Процесс нейтрализации ведут под вакуумом 0,2 - 0,3 ата. Процесс нейтрализации азотной кислоты газообразным аммиаком производится до значения рН 2.

Упаривание раствора аммиачной селитры производится на выпарных аппаратах до концентрации 95 % с донейтрализацией до рН– 5,0.

Используются выпарные аппараты. Раствор аммиачной селитры с концентрацией 60 - 64 % с узла нейтрализации поступает по растворному коллектору в скоростные выпарные аппараты, где используется греющий пар с давлением до 7,0 атм и температурой до 170 °С. Раствор аммиачной селитры нагревается до температуры 150 - 160 °С. Конденсат греющего пара из греющих камер аппаратов через конденсато-отводчики с температурой до 120 °С поступает в самоиспарители, где охлаждается до температуры 85 - 95 °С за счет самовскипания при снижении давления. Конденсат сокового пара из конденсаторов сливается в сборники КСП и подается в емкость узла газоочистки для улавливания пыли аммиачной селитры отходящих газов. Упаренный раствор подается в отделение грануляции-сушки.

Упаренный раствор аммиачной селитры с концентрацией до 95 % по солям и температурой 150 - 160 °С подается на форсунку барабанного гранулятора. Для распыления пульпы на форсунках типа ФП- 25 применяется осушенный воздух с давлением 2 - 3 атм. Распыленная пульпа попадает на завесу гранулированного материала, который поступает в виде внешнего и внутреннего ретур в зону грануляции аппарата. Капли пульпы и покрытые ею гранулы приобретают сферическую форму. Сушильный агент представляет собой подогретый в паровых калориферах воздух, нагнетаемый вентиляторами. На выходе из барабана продукт проходит через классификатор, где за счет разности масс происходит разделение продукта на мелкую и крупную фракцию. Мелкая фракция - внутренний ретур забирается обратным шнеком и подается в голову барабана на грануляцию, а крупная фракция с температурой 80 - 90 °С поступает в ковшовые элеваторы и подается на охлаждение в охлаждающие барабаны, где в потоке воздуха происходит охлаждение аммиачной селитры до 40 - 50 °С.

Готовый продукт фракции 1 - 4 мм поступает в барабан-омасливатель, где обрабатывается антислеживателем, затем по течке поступает на элеватор откуда поступает на ленточные транспортеры на расфасовку и затарку в мешки.

Кондиционирование путем нанесения антислеживателя в производстве сложных минеральных удобрений предназначено для улучшения качества выпускаемой продукции, предотвращения слеживаемости продукта при транспортировке и хранении. Антислеживатель подается через форсунку, установленную в барабане- омасливателе, где распыляется на готовый продукт.

Пылегазовый поток после барабанов вентиляторами через турбулентные промыватели подается в циклоны.

Очистка отходящих газов после гранулятора и охлаждающего барабана осуществляется на аппаратах, которые представляют собой цилиндры с конусным

днищем и 2-ступенчатой насадкой. Газожидкостной поток после турбулентного промывателя поступает в нижнюю часть аппарата или циклонов, где происходит отделение жидкости от газа. Жидкость сливается в сборники, а газовый поток проходит первую ступень аппарата, куда подается раствор насосами для доочистки газа от остатков пыли и вторую ступень, где поток закручивается и происходит отделение капель жидкости. Очищенный газ выбрасывается в атмосферу.

Таблица .. Материальный баланс производства аммиачной селитры

№ п/п	Приход		Расход	
	Наименование компонента	Содержание, кг	Наименование компонента	Содержание, кг
1	2	3	4	5
1	Аммиак (100 %)	230,0	Раствор аммиачной селитры	1712,4
2	Азотная кислота 46 %-ная	1712,0	Конденсат сокового пара в том числе: NH ₃	329,6 9,5
3	Раствор с газоочистки в пересчете на 100 % аммиачной селитры	100		
	Итого	2042,0	Итого	2042,0

Таблица .. Материальный баланс узла донейтрализации раствора аммиачной селитры

№ п/п	Приход		Расход	
	Наименование компонента	Содержание, кг	Наименование компонента	Содержание, кг
1	2	3	4	5
1	Раствор аммиачной селитры	1712,4	Доаммонизированный раствор	1713,9
2	Аммиак	5,0	Газовая фаза-аммиак	3,5
	Итого	1717,4	Итого	1717,4

Таблица .. Нормы расхода основных видов сырья, материалов и энергоресурсов на выпуск 1 тонну аммиачной селитры (Нобщ.- 34,4 %).

№ п/п	Наименование сырья, материалов и энергоресурсов.	Ед. изм.	Нормы
1	2	3	4
Сырье			
1	Газообразный аммиак (100 % NH ₃)	кг	280

2	Азотная кислота (100 % HNO_3)	кг	910
3	Брусит	кг	6,5
4	Антислеживатель	кг	0,5
5	Мешкина 50 кг	шт.	20
Энергоресурсы			
6	Эл. Энергия.	кВт·ч	160
7	Пар	Гкал	0,720
8	Вода морская	м^3	0,170
9	Сжатый воздух	Нм^3	320
10	Вода техническая	м^3	0,200

Принципиальная схема производства аммиачной селитры показана на рисунке 3.39.

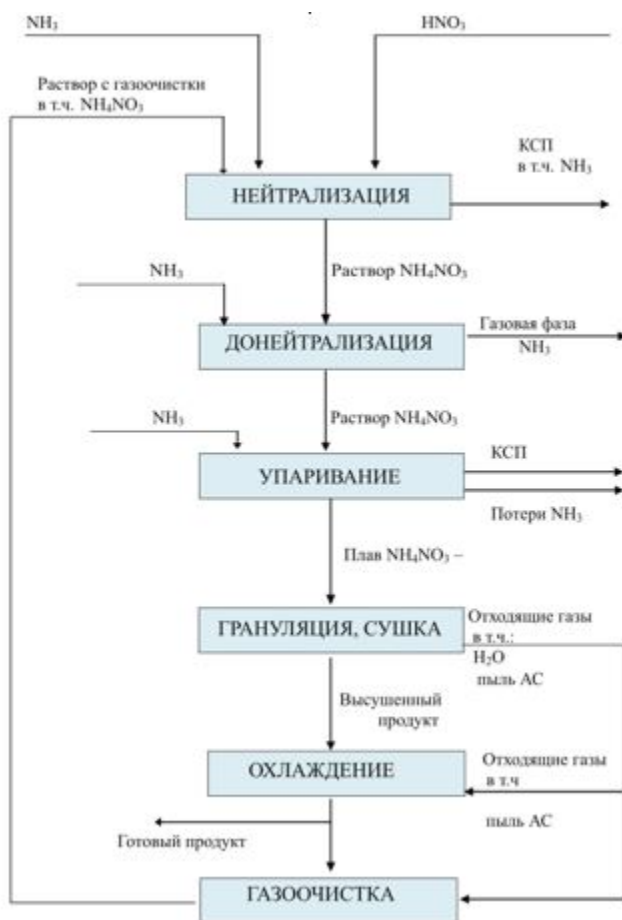


Рисунок .. Принципиальная схема производства аммиачной селитры

3.4.3.2. Выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух при производстве аммиачной селитры

В таблице 6.64 представлены выбросы загрязняющих веществ, при производстве аммиачной селитры. В качестве маркерных загрязняющих веществ приняты NH_3 , NHNO_3 . Представленные в таблицах значения выбросов приведены от основных

технологических процессов и относящихся к ним источникам выбросов. Выбросы загрязняющих веществ происходят при процессе грануляции раствора, а также при операциях, связанных с пересыпкой, погрузкой готовой продукции. Учитывая увлажненности выбросов в атмосферу (водяными парами и загрязненного аэрозольными (1÷5 мкм) частицами аммиачной селитры и аммиака) применяются "мокрые" способы очистки паровоздушной смеси (адсорберы, циклоны, скрубберы). Одним из источников выбросов в атмосферу является факельная установка, предназначенная для сжигания азот водородной смеси, а также танковых и продувочных газов в случае аварийной остановки и поступления большого количества газа на установку.

Таблица .. Удельные выбросы маркерных загрязняющих веществ при производстве аммиачной селитры

№ п/п	Технологический процесс	Наименование маркерного ЗВ	Концентрация выбросов, мг/Нм ³		ПДК м.р., мг/м ³	ПДК с.с., мг/м ³	Примечание
			Макс.	Мин.			
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Грануляция раствора	NH ₃	12,5	0,0039	0,2	0,04	Очистка паровоздушной смеси в абсорберах АПС 115 (со степенью очистки по аммиаку 76 % , аммиачной селитре – 80 %.)
			0,881	0,0042			
			0,283	0,0042			
2	Узел пересыпки	NHNO	0,09	0,004	-	0,3	Для снижения пыления используется скруббером мокрой очистки
3	Узел погрузки						Для снижения пыления приемные бункеры оснащены циклоном ЦН- 15.
							Для улавливания пыли узел

4	У з е л погрузки	0,441	0,0041			оборудован пылеулавли вающим устройством АПС- 90
---	---------------------	-------	--------	--	--	--

3.4.3.3. Сбросы загрязняющих веществ при производстве аммиачной селитры

Применяется система оборотного водоснабжения. Образующиеся сточные воды (конденсат греющего пара, который образуется после использования пара на теплоиспользующих установках; конденсат сокового пара, образующийся после охлаждения отходящих газов; техническая вода, дренажные воды) возвращаются в технологический цикл производства. Определение состава сбрасываемых сточных вод не представляется возможным. В емкостях сбора стоков производится только замеры в соответствии с утвержденным технологическим регламентом. Сброс сточных вод непосредственно в водные объекты не происходит.

3.4.3.4. Отходы, образующиеся при производстве аммиачной селитры

Образующиеся в процессе производства аммиачной селитры отходы в виде сметков (просыпи гранул селитры при погрузке) продаются потребителям на договорной основе или в растворенном состоянии возвращаются в производство на вторичную переработку.

3.4.5. Потребление топливно-энергетических ресурсов

Производство аммиака, минеральных удобрений и неорганических кислот требует больших затрат энергии, получаемой обычно за счет сжигания органического топлива с выделением значительных объемов парниковых газов.

При производстве нитрата аммония, азотной кислоты из аммиака, вырабатываются полезные энергоресурсы, которые можно использовать для производства электроэнергии, применяя для этого паровые турбины. При нейтрализации аммиака азотной кислотой в целях получения нитрата аммония также вырабатывается энергия. Несмотря на то, что в промышленности по производству удобрений всегда расходуются большие количества энергии в процессах, которые проходят при высоких температурах и давлении, эти производства стали более энергосберегающими благодаря усовершенствованию применяемых технологий.

При этом следует отметить, что производство аммиака, аммиачной селитры характеризуются также выработкой тепловой энергии, которую используют в собственном производстве и отпускают на сторону потребителям. На некоторых предприятиях получаемый пар энергетических параметров направляется на производство электроэнергии, что позволяет в ряде случаев существенно снизить потребление электроэнергии от внешнего источника. Вообще отличительной особенностью предприятий химической промышленности является то, что большое количество избыточного тепла позволяет покрыть до 50 % собственных нужд и при этом вырабатывать электроэнергию. Для решения данной проблемы необходима

разработка и реализация комбинированных энерготехнологических систем (КЭТС), органически связывающих технологическую и энергетическую системы с целью обеспечения наиболее высокой экономической эффективности выработки заданных уровней энергетической и технологической продукции.

Основными направлениями развития отрасли минеральных удобрений являются снижение расходных коэффициентов сырья и энергоресурсов, в т.ч. снижение потребления природного газа и использование вторичных энергоресурсов.

Технологические процессы, связанные с использованием энергии (производство аммиака)

Важнейшим показателем технического уровня производства аммиака наряду с показателем эксплуатационной надежности является потребление энергии на тонну продукта, поскольку доля стоимости энергоресурсов в себестоимости аммиака в ряде случаев достигает 50 - 80 %. В таблице 3.65 приведены проектные показатели энергопотребления для ряда агрегатов, установленных на российских заводах, а в таблице 3.66 представлены сравнительные данные с рядом современных агрегатов, установленных в России в последние 5 лет.

Таблица .. Проектные показатели энергопотребления Российских аммиачных агрегатов на тонну аммиака

№ п/п	Индекс агрегата	Проектный показатель		
		Суммарное потребление энергии всех видов, Гкал/т	Потребление природного газа, Гкал/тонны (ст.м ³ /т)	Проектная мощность, тыс. тонн NH ₃ /год
1	2	3	4	5
1	ТЕС	10,07	9,82 (1218)	450
2	Chemico	10,58	10,25 (1271)	450
3	AM- 70	10,29	9,87 (1224)	450
4	AM- 76	10,01	9,74 (1208)	450

Таблица .. Сравнительные показатели энергопотребления новых Российских аммиачных агрегатов на тонну аммиака

№ п/п	Наименование	Ед. изм.	Агрегаты AM- 70, AM- 76, ТЕС		Агрегаты Chemico		Агрегаты HTAS		Агрегаты Linde		Агрегаты KBR	
			Мин.	Макс.	Мин.	Макс.	Мин.	Макс.	Мин.	Макс.	Мин.	Макс.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	Природный газ	Нм ³	1073	1275	1245	1310	955	970	718	916	-	900
2	Азот	Нм ³	20	38	12	38	20	27	-	-	-	-
3	Электр энергия	кВтч	52	159	54,9	130	-	130	96,12	100	180	180

№ п/п	Позиция по схеме	Наименование оборудования	Технологическая характеристика	Основные габариты, емкость
1	2	3	4	5
1	С- 103	Центробежный компрессор природного газа	<p>Двухкорпусная восьмиступенчатая центробежная машина, тип 22ЦКО - 42/8 - 38, компрессор предназначен для сжатия природного газа с 0,45 до 3,62МПа (4,6÷37 кгс/см²) смазка агрегата принудительная, предусмотрен напорный маслобак, обеспечивающий смазку машины при остановке из-за выключения маслососов, имеется антипомпажное устройство среда-приро газ, рабочая температура- не более 40 °С на всасе , не более 125 °С на нагнетании</p>	<p>Производительность компрессора - 17640 Нм³/час; Мощность двигателя - 2000 кВт; Число оборотов компрессора 16800 об/мин</p>
				<p>Производительность 26400 Нм³/час Мощность двигателя 6000 квт.</p>

2	С- 102	Центробежный компрессор технологического воздуха	<p>Трехкорпусная, двенадцатиступенчатая центробежная машина. Тип 543МК/35. Компрессор предназначен для сжатия атмосферного воздуха до 3,33 МПа (34 кгс/см²). Смазка агрегата принудительная с помощью маслонасоса, установленного на валу редуктора. Предусмотрен пусковой маслонасос, обеспечивающий смазку компрессора при его пуске и остановке. Имеется антипомпажное устройство. Рабочая температура на всасе - температура окружающего воздуха. Рабочая температура на нагнетании- 82 °С</p>	Число оборотов
---	--------	--	---	----------------

				компрессора 9439 об/мин
3	Н- 101А	Подогреватель природного газа	Горизонтальный змеевиковый теплообменник предназначен для подогрева природного газа от 110 до 380 °С, рабочее давление 3,62 МПа (37 кгс/см ²), среда - природный газ в смеси с синтез-газом	Состоит из 16 ребристых труб диаметром 114х6 мм
4	Н- 101Б	Первичный подогреватель парогазовой смеси	Горизонтальный теплообменник, предназначен для подогрева парогазовой смеси: рабочее давление – 3,33 МПа (34 кгс/см ²); рабочая температура - 277÷365 °С; рабочая среда - смесь газа с водяным паром	Состоит из 16 ребристых труб диаметром 114х9 мм
5	Н- 101В	Вторичный подогреватель парогазовой смеси	Горизонтальный теплообменник из двух секций, каждая из которых размещена в двух пучках печи. Предназначен для подогрева парогазовой смеси от 365 до 570 °С	Количество трубок-32, диаметр 114х9 мм
6	Н- 101Д	Подогреватель технологического воздуха	Горизонтальный змеевиковый теплообменник предназначен для подогрева технологического воздуха до 500 °С	Состоит из 8 ребристых труб диаметром 114х9 мм; рабочее давление –3,23 МПа (33 кгс/см ²)
			Горизонтальный, кожух отрубный аппарат с внутренним управлением байпасом по ходу газа, входная камера футерована	

7	Е- 101	Охладитель газа (котел- утилизатор)	огнеупорным материалом. Аппарат предназначен для выработки пара и снижения температуры конвертированного газа с 983 до 511 °С трубное пространство: рабочая среда – конвертированный газ, рабочее давление - 3,13 МПа (32 кгс/см ²) межтрубное пространство: рабочая среда - котельная вода, рабочая температура - 250 °С	Общая длина 9642 мм; внутренний диаметр- 1823мм; толщина стенки корпуса 39 мм; диаметр труб- 50х3,4мм, количество труб- 31 шт.; емкость трубной части- 11,2м ³ ; общая емкость – 27,8 м ³
8	Д- 102	Паросборник	Горизонтальный аппарат с сепарирующим устройством в верхней части. Имеется указатель уровня жидкости. Аппарат предназначен для выделения пара из пароводяной эмульсии, образующейся в котле-утилизаторе Е - 101 и трубном пучке парообразования Н- 101; рабочая среда- котловая вода, пар; рабочее давление- 3,82 МПа (39 кгс/см ²); рабочая температура - +250 °С.	Общая длина- 9190 мм, внутренний диаметр- 1400 мм, толщина стенки- 36мм, емкость- 12,5 м ³
			Кожухо трубный двухходовой теплообменник с U-образными трубками, предназначен для	

9	E- 102	Теплообменник вторичного подогрева метанирования)	<p>подогрева конвертированного газа перед выходом в реактор метанирования от 267 °С до 316 °С за счет тепла конвертированного газа, охлаждается с 511 до 486 °С рабочее давление в корпусе - 2,47 МПа (25,3 кгс/см²) среда-конвертированный газ; рабочее давление в трубках- 2,79 МПа (28,6 кгс/см²) поверхность теплообмена 60 м²</p>	<p>Общая длина- 5150 мм, диаметр внутренний- 1000 мм, толщина стенки - 32мм, количество трубок- 76 шт., диаметр трубок- 50х2.5 мм, емкость в межтрубном пространстве – 1,63 м³, в трубном- 1,93 м³</p>
10	E- 103	Кипятильник раствора МЭА	<p>Горизонтальный кожух отрубный теплообменник с U-образными трубками. На корпусе установлен измеритель уровня жидкости. Аппарат предназначен для подогрева раствора МЭА в системе регенерации раствора. Давление 2,56 МПа (26,2 кгс/см²) рабочая температура – 191 °С; межтрубное пространство: рабочее давление –1 атм.; рабочая температура – 118 °С; рабочая среда-раствор МЭА; поверхность теплообмена- 804 м²</p>	<p>Длина корпуса- 12370 мм, внутренний диаметр - 2400 мм, толщина стенки- 12мм, количество трубок- 776, диаметр- 25х2,5мм, емкость пространства: межтрубного - 34м³, трубного- 7 м³</p>
			<p>Горизонтальный кожух отрубный двухходовой тепло-обменник, предназначен для охлаждения конвертированного газа. Межтрубное</p>	

11	E- 104	Холодильник конвертированного газа	<p>пространство: рабочее давление - 2,53 МПа (25,9 кгс/см²); рабочая температура - 108 °С; среда- конвертированный газ. Трубное пространство: рабочее давление - 0,39 МПа (4 кгс/см²); рабочая температура - 28÷33 °С; рабочая среда - охлажденная вода; поверхность теплообмена- 469м²</p>	<p>Длина аппарата8600 мм, внутренний диаметр- 1000 мм, толщина стенки- 16мм, диаметр труб- 20х2 мм, количество труб- 1067, емкость пространства межтрубного - 3.2 м³, трубного- 2.5 м³</p>
12	E- 108	Теплообменник первичного подогрева метанирования)	<p>Горизонтальный кожух отрубный одноходовой тепло-обменник, предназначен для подогрева конвертированного газа. Для корпуса: рабочее давление - 2,5 МПа (25,5 кгс/см²); рабочая температура - 267 °С; среда- конвертированный газ. Для трубок: рабочее давление - 2,43 МПа (24,8 кгс/см²); рабочая температура - 346 °С; среда- синтез-газ; поверхность теплообмена- 408м²</p>	<p>Длина аппарата- 9350 мм, внутренний диаметр - 900 мм, толщина стенки- 14 мм, диаметр трубок- 20х2 мм, количество- 626 шт. Емкость пространства межтрубного - 2,65 м³; трубного - 2,62м³</p>
			<p>Горизонтальный, двухходовой, кожух отрубный теплообменник, предназначен для охлаждения синтез-газа Межтрубное пространство: рабочее давление - 2,4 МПа (24,5 кгс/см²); рабочая температура- 118÷</p>	<p>Общая длина - 8030 мм, внутренний диаметр- 800 мм,</p>

13	E- 109	Холодильник синтез-газа	35 °С; среда- синтез-газ. Рабочее пространство: рабочее давление - 0,39 МПа (4 кгс/см ²); рабочая температура- 28÷38 °С; рабочая среда- охлаждающая вода; поверхность теплообмена- 263м ³ .	толщина стенки- 14мм, диаметр трубок- 20x2 мм
14	E- 105	Холодильник регенерированного раствора МЭА	Холодильник состоит из трех элементов А, В, С. Каждый элемент горизонтальный, кожух отрубный, двухходовой теплообменник. Предназначен для охлаждения раствора МЭА перед подачей его на колонну абсорбции Т- 101. Межтрубное пространство: рабочее давление - 3,77 МПа (38,5 кгс/см ²), рабочая температура - 77 °С	Общая длина - 8890 мм, внутренний диаметр- 100 мм, толщина стенок- 14 мм, диаметр трубок - 20x2, кол-во трубок- 1069 шт., емкость пространства-трубного - 3 м ³ , - межтрубного – 3,2м ³ , площадь - 454 м ²
15	E- 107	Теплообменник раствора МЭА	Теплообменник стоит из трех элементов А, В, С. Каждый элемент горизонтальный, кожух отрубный теплообменник. Предназначен для подогрева насыщенного раствора МЭА регенерированным раствором. Межтрубное пространство: рабочее давление - 0,9 атм.; рабочая температура - 118 °С; среда-раствор МЭА. Трубное	Общая длина - 8200 мм, внутренний диаметр - 1400 мм, толщина стенок - 16мм, диаметр трубок - 20x2.5, количество труб- 2251 шт., емкость пространства - трубного - 5,2 м ³ -м

			пространство: рабочее давление - 2,55 МПа (26,3 кгс/см ²); рабочая температура - 103 °С	ежтрубного 5,1 м ³ , площадь - 863 м ²
16	Е- 110	Очиститель раствора МЭА	Горизонтальный цилиндрический аппарат со встроенным кипятильником в виде кожух отрубного теплообменника с U-образными трубками. Имеется устройство для замера уровня жидкости. Аппарат предназначен для разгонки моноэтаноламинового раствора	Общая длина- 7650 мм, внутренний диаметр- 1400 мм, толщина стенки- 12 мм, диаметр трубок 20х2мм, количество трубок- 114 шт., емкость пространства - межтрубного - 9.5м ³ , -трубного- 0.5 м ³
17	Е- 106	Холодильник	Горизонтальный кожух отрубный цилиндрический аппарат предназначен для охлаждения углекислого газа. Трубно е пространство: Рабочее давление - 0,39 МПа (4 кгс/см ²); рабочая температура: на входе 28 °С; на выходе- 35 °С; среда-вода. Межтрубное пространство: рабочая температура на входе - 98 °С; рабочая среда - смесь СО с водяным паром; рабочее давление- 0,049 МПа (0,5 кгс/см ²); площадь - 432 м ²	Общая длина- 764 мм, внутренний диаметр- 1000 мм, толщина стенки- 12 мм, диаметр трубок 20х2 мм. Количество труб- 1087 шт., емкость пространства: трубного 1,68 м ³ , межтрубного 2,7 м ³
			Горизонтальный теплообменник, предназначен для	

18	Н- 101Е	Трубный пучок парообразования	<p>выработки водяного пара давлением 3,82 МПа (39 кгс/см²) за счет утилизации тепла дымовых газов трубной печи.</p> <p>Трубно е пространство: рабочая температура - 250 °С; рабочее давление - 3,82 МПа (39 кгс/см²); среда- котловая вода</p> <p>Межтрубное пространство: Рабочее давление – атмосферное; рабочая температура - 788 °С; среда- дымовые газы</p>	Количество трубок- 32, диаметр трубок 114 x 6
19	Н- 101Ж	Второй подогреватель обессоленной воды	Горизонтальный теплообменник, предназначен для предварительного подогрева обессоленной воды от 70 до 110 °С за счет утилизации тепла дымовых газов трубчатой печи Н- 101	Количество трубок- 16, диаметр трубок 114 x 9
20	Н- 101З	Водяной экономайзер	Горизонтальный теплообменник, предназначен для подогрева котловой воды до 249 °С за счет утилизации тепла дымовых газов трубной печи Н- 101	Количество трубок- 40 диаметр трубок 114 x 6
			Горизонтальный кожух отрубный теплообменник, предназначен для подогрева обессоленной воды. Трубно е пространство: рабочее давление - 6 атм, рабочая температура - 100 °	Общая длина- 8820 мм, внутренний диаметр- 100 мм, толщина стенки- 24 мм, кол-во труб- 1067 шт., диаметр

21	Е- 120	Подогреватель обессоленной воды	С, среда- обессоленная вода. Межтрубное пространство: рабочее давление - 0,5 МПа (6 кгс/см ²); рабочая температура - 125 ° С; среда- конвертированный газ	труб- 20x2 мм, емкость пространства: трубного 2,5 м ³ , межтрубного- 3,2 м ³
22	Д- 110	Деаэратор питательной воды	Горизонтальный цилиндрический аппарат для сбора деаэрированной котловой воды с установленной на них колонкой дегазации, представляющей собой вертикальный , цилиндрический, барботажный аппарат с ситовым стаканом, предназначен для дегазации обессоленной воды и технологического конденсата от растворенных в них газов, преимущественно кислорода и углекислоты, аппарат оборудован измерителем уровня жидкости. Рабочее давление - 0,4÷0,65 кгс/см ² ; рабочая температура - 112 ° С; среда-пар и вода	Высота дегазатора- 8270 мм, толщина стенки- 10 мм, длина сборника- 10200 мм, внутренний диаметр - 3000 мм, емкость - 36 м ³
			Горизонтальный, центробежный вентилятор с двумя подшипниковыми опорами. Имеется две системы направляющих лопаток с дистанционным управлением для регулирования	

23	V- 101	Дымосос печи риформинга	производительности . Предназначен для создания разрежения в топочной камере трубчатой печи и обеспечения нормальной работы горелок. Рабочее давление – атмосферное, температура- 250 °С , среда- топочные газы	Мощность двигателя- 160 квт, Число оборотов в минуту- 750.
24	С- 101	Центробежный компрессор греющего азота	Однокорпусная четырехступенчатая машина с внешним охлаждением. Тип ЗЦКК- 160/6, предназначен для циркуляционного азота во время пуска установки и разогрева. Давление всаса - 0,082 МПа (0,82 кгс/см ²); давление нагнетания - 0,49 МПа (5 кгс/см ²), рабочая температура - 130 °С среда-азот; число оборотов компрессора- 15200 в мин	Производительность –9900 Нм ³ /час. Мощность, потребляемая компрессором- 980 кВт
25	Е- 111	Холодильник греющего азота	Горизонтальный, двухходовой теплообменник, предназначен для охлаждения циркуляционного азота во время пуска. Межтрубное пространство: рабочее давление - 0,49 МПа (5 кгс/см ²), рабочая температура- 250°, среда – азот. Трубно е пространство: рабочее давление - 0,39 МПа (4 кгс/см ²	Общая длина- 4730 мм, внутренний диаметр- 530 мм, толщина стенки- 3мм, диаметр труб 20х2 мм, количество труб- 200 шт. Емкость пространства: межтрубном - 0,51

); рабочая температура- 28÷35 °С; среда – вода; поверхность теплообмена - 50 м ²	м ³ , трубном - 0,28 м ³
26	С- 201	Компрессор азотоводородной смеси	Тип 4М40 - 680/22 - 3 2 0 - горизонтальный, четырехрядный, четырехступенчатый, давление всаса 1,96÷2,15 МПа (20÷22 кгс/см ²), температура всаса- 25÷35 °С; давление нагнетания IV ступени 31,3 кгс/см ² мощность электродвигателя - 5000 кВт, общий расход охлаждающей воды - 516 м ³ /час, количество газа, отбираемого после 1 ст. - 1000 Нм ³ /час	Длина- 18350 мм, ширина- 13400 мм
27	Е- 202	Аммиачный испаритель	Горизонтальный цилиндрический сварной аппарат с U-образными трубками высокого давления. Предназначен для охлаждения циркуляционного газа в трубках с целью конденсации аммиака. Охлаждение за счет испарения жидкого аммиака в корпусе. Межтрубное пространство: рабочее давление - 3 атм., рабочая температура- (- 10) - (- 15) °С, среда- жидкий аммиак. Трубное пространство: рабочее давление - 34,2 МПа (350 кгс/	Длина- 7450 мм, диаметр- 2010 мм, толщина стенки- 14 мм, объем- 16м ³ , количество трубок--

			см ²), рабочая температура - 0÷14 °С, среда - азотоводородная смесь, метан, аммиак; поверхность теплообмена - 115 м ²	130 шт., диаметр трубок- 30x4,5 мм
28	Е- 201	Холодный теплообменник	<p>Вертикальный цилиндрический аппарат ковано-сварной насадкой из прямооточных трубок.</p> <p>Предназначен для охлаждения циркуляционного газа, поступающего из первичного сепаратора вторичной конденсации.</p> <p>Теплообменник совмещен с сепаратором Д- 201.</p> <p>Межтрубное пространство: рабочее давление - 34,2 МПа (350 кгс/см²); рабочая температура - 0÷20 °С; среда - азотоводородная смесь, аммиак, метан, аргон</p> <p>Трубное пространство: рабочее давление - 34.2 МПа (350 кгс/см²); рабочая температура - 0÷30 °С; среда - азотоводородная смесь, аммиак, метан, аргон; поверхность теплообмена - 188 м²</p>	<p>Высота- 9225 мм, диаметр- 684 мм, толщина стенки- 100 мм, количество труб- 505, диаметр труб- 20x2 мм.</p> <p>Объем, совместно с Д- 201,- 6,9м³</p>
			Четырехсекционной теплообменный аппарат с	

29	E- 204/205	Котел-утилизатор (импортный)	<p>паросборником. Предназначен для получения насыщенного пара за счет тепла реакции синтеза аммиака. Нижние части секции представляют собой экономайзер, верхние – парообразователь. Межтрубное пространство: рабочее давление - 3,9 МПа (40 кгс/см²); рабочая температура - 250 °С; среда - пар, вода</p>	<p>Длина- 11642 мм, высота- 8350 мм, количество трубок- 192 шт, диаметр - 38x2 мм</p>
30	С- 202	Центробежный циркуляционный компрессор	<p>Центробежная машина, смонтированная в корпусе высокого давления. Тип- 2ЦЦК- 10/350 - 10. Предназначен для сжатия и циркуляции газовой смеси в агрегате синтеза аммиака. Корпус - цельнокованный цилиндр с торцевыми крышками. На передней крышке смонтирован корпус токоввода. Компрессор- десятиступенчатая секционная машина. Предусмотрено разгрузочное устройство для компенсации осевой силы: рабочее давление: на всасе – 31,3 МПа (320 кгс/см²); на нагнетании - 34,2 МПа (350 кгс/см²) рабочая температура - 50 °С; мощность</p>	<p>Длина- 6900 мм, диаметр- 1220 мм,</p>

			<p>электродвигателя - 750 кВт; производительность - 600 м³/час при нормальных условиях; среда-азотоводородная смесь, аммиак, метан, аргон</p>	<p>толщина стенки- 115 мм</p>
31	E- 203	Горячий теплообменник	<p>Горизонтальный, цилиндрический, кованосварной аппарат с насадкой из прямооточных труб. Предназначен для подогрева циркуляционного газа, поступающего в колонну синтеза аммиака</p> <p>Межтрубное пространство: рабочее давление – 34,2 МПа (350 кгс/см²); рабочая температура - 28 °С на входе; рабочая температура - 175 °С на выходе.</p> <p>Трубное пространство: рабочее давление- 31,6 МПа (323 кгс/см²); рабочая температура - на входе 200 °С; - на выходе 80 °С; среда - в трубном и межтрубном пространстве азотоводородная смесь, аммиак, аргон, метан</p>	<p>Длина- 13900 мм, внутренний диаметр - 855мм, толщина стенки- 100 мм. Количество трубок - 3294 шт., диаметр трубок- 10x1 мм. Объем пространства : межтрубного - 3732 м³, трубного - 3.45 м³</p>
			<p>Горизонтальный аппарат типа "труба в трубе", предназначен для подогрева азота, подаваемого на регенерацию силикагеля.</p> <p>Наружные трубы: рабочее давление –</p>	<p>Длина - 2585 мм высота- 1610 мм количество труб - 4 шт. диаметр</p>

32	E- 222	Подогреватель азота	3,9 МПа (40 кгс/см ²); рабочая температура - 250 °С; среда – пар Внутренние трубы: рабочее давление- 0,59 МПа (6 кгс/см ²); рабочая температура - 30÷200 °С; среда - азот	наружных труб - 89х6мм Диаметр внутренних труб 48х4мм поверхность теплообмена - 1,6м ²
33	R- 203	Электроподогреватель колонны синтеза трехфазный	Предназначен для обеспечения теплом при разогреве и восстановлении катализатора мощность - 500 кВт, напряжение - 220 В	
34	E- 206	Водяной конденсатор	Вертикальный цилиндрический аппарат с U-образными трубками. Совмещен с сепаратором Д- 202. Предназначен для охлаждения циркуляционного газа водой. Межтрубное пространство: рабочее давление - 0,39 МПа (4 кгс/см ²); рабочая температура - 35 °С; среда- обратная вода. Трубное пространство: рабочее давление - 3,12 МПа (350 кгс/см ²); рабочая температура - 60 °С; среда - азотоводородная смесь, аммиак, аргон, метан	Количество трубок- 255 шт; диаметр трубок- 30х4.5 мм; объем- 8,9 м ³ , количество трубок- 255 шт., поверхность- 440 м ² , объем- 5,7 м ³ , диаметр- 1260 мм
			Горизонтальный цилиндрический сварной аппарат со змеевиком, предназначен для охлаждения защитного газа	

35	E- 221	Аммиачный холодильник азотоводородной смеси	кипящим аммиаком. Межтрубное пространство: рабочее давление – 1,96 МПа (20 кгс/см ²); Рабочая температура - (- 10 °С) ÷ (+10 °С); поверхность теплообмена – 7,2м ² ; среда- жидкий, газообразный аммиак. Трубное пространство: рабочее давление- 34,2 МПа (350 кгс/см ²); рабочая температура(- 10)°С ÷ (+40)°С среда- азотоводородная смесь	Длина- 2725 мм; вн. диам.- 1000 мм; толщина стенок- 14 мм; емкость пространства межтрубной части - 1,985 м ³ трубной части - 0,366 м ³
36	E- 250	Теплообменник для охлаждения питательной воды агрегата синтеза	Горизонтальный кожухотрубный теплообменник с U-образными трубками. Рабочее давление- 4,79 МПа (49 кгс/см ²) рабочая температура - 110 °С среда в трубном пространстве- вода рабочее давление - 0,59 МПа (6 кгс/см ²) рабочая температура- 30÷70 °С	Поверхность теплообмена - 71 м ² количество труб- 146 шт диаметр труб- 25 х 2,5 мм
37	С- 301	Компрессор азота	Тип - 402ГП4/400 угловой шестиступенчатый: давление всаса - 0,00039 МПа (0,004 кгс/см ²) температура всаса - 20 °С; давление нагнетания- 200 атм. Производительность 240 Нм ³ /час;	Масса - 2130 кг

			<p>мощность электродвигателя - 75 квт; общий расход охлаждающей воды - 3,8 м³/час</p>	
38	E- 207	Аппарат воздушного охлаждения	<p>Предназначен для охлаждения циркуляционного газа, поступающего от E- 203 на E- 206. Рабочее давление - 34,2 МПа (350 кгс/см²); рабочая температура - 80 °С; на входе до 80 °С, на выходе до 65 °С, среда - циркуляционный газ</p>	<p>Поверхность теплообмена- 2550 м³</p>
39	E- 251	Подогреватель азота разогрева	<p>Предназначен для подогрева азота разогрева, подаваемого на разогрев и восстановление НТК. Трубное пространство: рабочее давление - 0,39 МПа (4 кгс/см²); рабочая температура - 300 °С; среда-азот. Межтрубное пространство: рабочее давление- 3,83 МПа (39 кгс/см²); рабочая температура- 300 °С; среда-водяной пар насыщенный</p>	<p>Общая длина- 7550 мм, внутренний диаметр- 800 мм, толщина стенки- 24 мм, диаметр трубы- 25 x 2,5 мм, количество трубок- 243 шт. Емкость трубного пространства- 3,5м³, поверхность теплообмена- 177 м²</p>
40	E- 252	Охладитель азота разогрева	<p>Предназначен для охлаждения азота, идущего от азотного компрессора С- 101. Трубное пространство: рабочее давление- 0,59 МПа (6 кгс/см²); рабочая температура - 60 °С;</p>	<p>Общая длина- 6905 мм, внутренний диаметр- 600 мм, толщина стенок- 6 мм, диаметр трубок- 25 x 2 мм, количество трубок- 244 шт. Емкость</p>

4	Р- 104 ЦН подпитки и циркуляци и раствора моноэтано ламина Тип 3х- 6К - 1а	45÷55	П о д заливом	0,43 (4,4)	2970	32	62	380
5	Р- 105 Центробе жный насос флегмы. Тип 2х- 4К - 1	5,5л/с	0,049 (0,5)	6,5 (0,64)	2940	13	26	380
6	Р- 106 Центробе жный насос регенерир ованного раствора моноэтано ламина. Тип НТ- 560/335 - 300 - 1АХДК	350÷560	0,12 (1,2)	2,76÷3,44 (27,3÷35,2)	2950	800	89	6000
7	Р- 107, Р- 301 Погружно й насос д л я откачки моноэтано ламина	19,8	П о д заливом	3,3 (30,8)	2960	5.5	11.0	380
8	Р- 108 Центробе жный насос щелочи. Тип - А1.5 Х- 44 - 1	8,6	П о д заливом	0,3 (30,0)	2900	4,0	8,5	380
9	Р- 109 Центробе жный насос откачки конденсат а. Тип - ЗК - 6А	40	П о д заливом	0,41 (4,15)	2900	10	20	380

10	Р- 150, Р- 1 5 1 Плунжерный насос фосфатного раствора Тип ДГ-32	0÷0,156 (0÷1,6)	П о д заливом	2,45 (25)		3	7	380
11	Р- 110 Центробежный насос подкачки хим. очищенной воды. Тип ЭК-6А	40	П о д заливом	0,41 (4,15)	2900	10	35	380

В таблице 3.69 представлены проектные нормы и плановые показатели потребления сырья и энергоресурсов при производстве аммиака.

Таблица .. Нормы расхода сырья и энергоресурсов при производстве аммиака

№ п/п	Наименование	Ед. изм.	П о проекту	Плановые по годам						
				2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Природный газ на технологию	тыс.м ³	0,909	1,300	1,250	1,280	1,100	1,100	1,100	1,100
2	Моноэтиленамин	кг	0,17	0,190	0,190	0,190	0,170	0,170	0,170	0,170
3	Едкий натр	кг	0,005	0,005	0,005	0,005				
4	Тринатрий-фосфат	г	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002				
5	Уголь активированный	г	0,0075	0,0075	0,0075	0,0075				
6	Пар потребителю	Гкал	0,900	0,60	0,55	0,55	0,670	0,670	0,670	0,670
7	Вода обессоленная	м ³	3,88	4,400	4,200	4,200	4,000	4,000	4,000	4,000
8	Электроэнергия	тыс.кВтч	691,4	1,060	1,010	1,040	0,850	0,850	0,850	0,850

9	Танковые и продувочные газы	тыс.м ³		0,200	0.200	0.200				
10	Вода оборотная	тыс.м ³	0,277	0,530	0,530	0,530	0,530	0,530	0,530	0,530
11	Азот продувочный	тыс.м ³		5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0

Фактическое потребление природного газа в производстве аммиака в 2015 - 2019 гг. представлено на рисунке 3.40.



Рисунок .. Фактическое потребление природного газа на производство одной тонны аммиака

Технологические процессы, связанные с производством азотной кислоты

В производстве азотных минеральных удобрений в настоящее время используется азотная кислота преимущественно с концентрацией от 40 % до 60 %. Сырьем для производства азотной кислоты служит аммиак, окисляемый в оксид азота NO кислородом атмосферного воздуха. Разбавленная значительным количеством воды азотная кислота не подлежит транспортировке и является полупродуктом для переработки на общих с минеральными удобрениями предприятиях.

При получении азотной кислоты с любой технологией вырабатывается попутно водяной пар, который используется для собственных нужд и выдается в качестве энергетического потока для потребления другими производствами предприятия. Избытки пара можно использовать для производства электроэнергии.

В производстве азотной кислоты потребляется электроэнергия, питательная вода для котлов-утилизаторов, вода для подпитки водооборотных циклов и абсорбции оксидов азота, водяной пар, природный газ, АВС для пуска агрегатов и собственных нужд.

Производство азотной кислоты базируется на окислении газообразного аммиака кислородом воздуха на катализаторных сетках из сплава платины с родием и другими

платиносодержащими сплавами. В зависимости от примененного давления температура процесса окисления варьируется от 780 °С до 910 °С. В зависимости от давления по основной реакции превращается в NO от 91 % до 97 % аммиака.

Нитрозный газ охлаждается в котле-утилизаторе с выработкой водяного пара. Параметры пара: давление 1,7 – 3,9 МПа; температура 250 – 440 °С (в зависимости от конструкции котла-утилизатора пар может быть насыщенный или перегретый).

До стадии абсорбции оксидов азота водой с образованием азотной кислоты нитрозный газ охлаждается до уровня температур 40–50 °С в котлах-утилизаторах, холодильниках-конденсаторах и подогревателях выхлопного газа. В ходе охлаждения NO окисляется кислородом, содержащимся в нитрозном газе и добавочном воздухе, до NO₂.

Технологический процесс производства азотной кислоты включает следующие основные стадии:

- подготовка аммиачно-воздушной смеси;

- окисление аммиака в контактном аппарате на двухступенчатом катализаторе;

- охлаждение и промывка нитрозных газов;

- сжатие нитрозных газов;

- абсорбция окислов азота;

- очистка "хвостовых" газов и рекуперация их энергии;

- утилизация тепла реакции окисления аммиака (подготовка питательной воды и получение пара);

- хранение готовой продукции и выдача ее потребителю;

- испарение аммиака;

- регулирование давления газообразного аммиака в общезаводском коллекторе;

- сбор и утилизация кислых сточных вод.

В процессе производства азотной кислоты осуществляется рекуперация энергии "хвостовых" газов. Очищенные в реакторе "хвостовые" газы, с температурой 230÷300 °С и под давлением 0,23 - 0,25 МПа (2,3 - 2,5 кг/см²), направляются в турбодетандер турбокомпрессора (поз. 2/8). В турбодетандере возвращается до 45 % энергии, затраченной нагнетателем на сжатие нитрозных газов. После турбодетандера "хвостовые" газы с температурой 160÷200 °С выбрасываются в атмосферу через трубу высотой 100 м.

Утилизация тепла нитрозных газов осуществляется в котлах-утилизаторах, в которых производится пар с параметрами: давление 2,9 МПа (29 кгс/см²); температура до 240 °С. Котел состоит из экономайзеров 1-ой и 2-ой ступени, испарительного пакета, сепарационной установки. Температура нитрозных газов на входе в котел 780 - 820 °С, на выходе – 150 - 190 °С. Общая поверхность нагрева котла 366 м². Из котлов-утилизаторов, нитрозные газы с температурой не менее 160 °С, направляются в

подогреватель аммиачно-воздушной смеси, а затем в два холодильника-промывателя, где происходит охлаждение до 45÷55 °С.

Производство азотной кислоты требует больших затрат электроэнергии. В процессе производства азотной кислоты задействованы турбовоздуходувки, турбокомпрессоры, насосы, теплообменное оборудование. Используется значительный объем воды, для обеспечения котла-утилизатора и работы оборотной системы охлаждения.

В таблице 3.70 представлены данные об основном энергопотребляющем оборудовании производства азотной кислоты.

В таблице 3.71 представлены сведения о расходе сырья, материалов и энергоресурсов для агрегатов АК- 72; АК- 72М; УКЛ- 7; 1/3,5 на 1 тонну HNO_3 (100 %).

Таблица .. Спецификация основного энергопотребляющего технологического оборудования производства САК.

№ п/п	№ технологической схемы, № позиции по схеме	Наименование оборудования	Количество		Техническая характеристика
			В работе	В резерве	

1	2	3	4	5	6
1	1/14	Турбогазодувка.	8	-	Предназначен для подачи аммиачно-воздушной смеси в систему. Производительность газодувки в рабочих условиях 27500 м ³ /ч. Перепад давления 8 кПа (800 мм. в. ст.) Частота вращения вала газодувки 2950 мин- 1. Электродвигатель асинхронный трехфазного переменного тока 50 герц, 380 в , с короткозамкнутым ротором, взрывобезопасного исполнения, мощностью 100

кВт, частота вращения 2960 об/мин.

Аппарат предназначен для подогрева аммиачно-воздушной смеси за счет тепла нитрозных газов, отходящих из котлов-утилизаторов.
Вертикальный кожух отрубный аппарат.
Трубное пространство - давление до 5 кПа (500 мм вод. ст.).
Температура 20÷70 °С. Среда - аммиачно-воздушная смесь.
Межтрубное пространство - разрежение до 2 кПа (до 200 мм вод. ст.).
Температура 150 ÷190 °С на входе ; 110÷115 °С на выходе. Среда - нитрозные газы.
Диаметр 1200 мм. Высота 4920 мм. Дтр = 38 x 2.
Длина трубок - 2500 мм. Общая поверхность нагрева 140 м²

Предназначен для получения пара с параметрами: давление 2,9 МПа (29 кгс/см²); температура до 240 °С за счет использования тепла нитрозных

2

2/1

Подогреватель аммиачно-воздушной смеси.

8

-

3	2/3	Котел-утилизатор типа УС- 2,6/39	16	-	<p>газов. Котел состоит из экономайзеров 1-ой и 2-ой ступени, испарительного пакета, пароперегревателя, сепарационной установки. Температура нитрозных газов на входе в котел 800 °С, на выходе – 150 - 190 °С. Общая поверхность нагрева котла 366 м².</p>
4	2/4	Газовый холодильник-промыватель	16	-	<p>Предназначен для охлаждения и промывки нитрозных газов от солей аммония. Имеет три ситовых тарелки, на которых расположены охлаждающие змеевики. Аппарат орошается конденсатом азотной кислоты. Трубное пространство - давление до 0,4 МПа (4 атм). Температура 20 ÷ 35 °С. Межтрубное пространство - нитрозные газы, разрежение до 5 кПа (500 мм вод. ст.). Температура 140 ÷ 40 °С. Диаметр холодильника 2800 мм. Высота 5440 мм.</p>

					Поверхность теплообмена 110 м ² Диаметр трубок 32 x 2,5 мм
5	2/7	Насосы для смазки	16	-	Предназначена для подачи масла в маслосистему компрессоров. Производительность 263 л/мин
6	2/34	Насос погружной 2 XII- 6Е.	2	1	Предназначен для выдачи азотной кислоты и дренажного бака в буферный бак. Производительность 10 - 20 м ³ /ч. Напор 0,3 - 0,2 МПа (30 - 20 м. вод. ст.)
7	2/8	Турбокомпрессор с турбодетандером	8	-	Предназначен для сжатия нитрозных газов и рекуперации остаточного давления после абсорбции. Давление нагнетания до 0,3 МПа (3,2 кгс/см ²). Производительность в рабочих условиях 510 м ³ /мин. Начальная температура газов перед турбиной до 55 °С, давление до 7,5 кгс/м ² (750 кПа). Рабочие условия в турбодетандере - давление "хвостовых" газов перед турбодетандером до 0,25 МПа (2.5 кгс/см ²)

п о с л е
турбодетандера
2 кПа (200 кгс/м²) температура
160 °С.
Асинхронный
электродвигател
ь трехфазного
тока АЗМ 1600,
50 Гц,
напряжением
6000 В,
мощностью 1600
кВт, частота
вращения 2980
об/мин

Для подогрева " хвостовых" г а з о в используется тепло нитрозных г а з о в .
Представляет с о б о й вертикальный кожух отрубный двухходовой с U-образными трубками аппарата. В трубном пространстве – " хвостовые газы", давление до 0,3 МПа (3 кгс/см²), температура до 350 °С. Диаметр подогревателя 1100 мм. Высота 4630 мм. Поверхность теплообмена 200 м² Трубки 25 х 2 мм, 6980 - 5626 мм, 428 шт.

Предназначен для подачи конденсата азотной кислоты на орошение газовых холодильников-

					п о с л е турбодетандера 2 кПа (200 кгс/м ²) температура 160 °С. Асинхронный электродвигател ь трехфазного тока АЗМ 1600, 50 Гц, напряжением 6000 В, мощностью 1600 кВт, частота вращения 2980 об/мин
8	2/10	Подогреватель " хвостовых" газов.	16	-	Для подогрева " хвостовых" г а з о в используется тепло нитрозных г а з о в . Представляет с о б о й вертикальный кожух отрубный двухходовой с U-образными трубками аппарата. В трубном пространстве – " хвостовые газы", давление до 0,3 МПа (3 кгс/см ²), температура до 350 °С. Диаметр подогревателя 1100 мм. Высота 4630 мм. Поверхность теплообмена 200 м ² Трубки 25 х 2 мм, 6980 - 5626 мм, 428 шт.
		Центробежный насос для			Предназначен для подачи конденсата азотной кислоты на орошение газовых холодильников-

9	2/24	конденсата азотной кислотыХ20/100-К-СД	3	2	промывателей и абсорбционной колонны. Производительность насоса 10 ÷ 20 м ³ /ч. Напор до 1 МПа (10 кгс / см ²).
10	3/12	Скоростной холодильник.	16	-	Предназначен для охлаждения нитрозных газов за счет теплообмена с оборотной водой. Представляет собой вертикальный кожух отрубный теплообменник. Нитрозные газы с давлением до 0,3 МПа (3,1 кгс/см ²) и температурой до 130 °С направлены в трубное пространство, вода поступает в межтрубное пространство из абсорбционной колонны. Поверхность теплообмена 160 м ² Д = 800 мм. Н = 6760 мм. Трубки 38 х 2 мм. Длина = 6000 мм
					Предназначена для абсорбции окислов азота из нитрозных газов конденсатом водяного пара. В колонне 40 ситовых тарелок, из них, 27 тарелок снабжены охлаждающими

11	3/13	Абсорбционная колонна.	8	-	змеевиками для отвода реакционного тепла. Давление до 0,3 МПа (3 кгс/см^2), температура на входе $80 \text{ }^\circ\text{C}$ $D = 3000 \text{ мм}$. Высота = 46400 мм . Поверхность охлаждения змеевиков 500 м^2 .
12	3/30	Насос ХОВ типа 2,5 ЦСН- 5.5 х 2	4	3	Предназначен для подачи ХОВ на орошение абсорбционной колонны. Производительность $10 - 20 \text{ м}^3/\text{ч}$, напор 1 МПа (100 м. вод. ст.). Электродвигатель АО- 63 - 2 мощностью 14 кВт, частота вращения ротора 2930 об/мин.
13	3/30 А	Холодильник конденсата	4	-	Предназначен для охлаждения ХОВ при подаче в абсорбционные колонны.
14	4/ I/1 - 3	Центробежный насос	3	2	Предназначен для подачи ХОВ на деаэрационную установку и холодильники поз.30. Производительность $90 \text{ м}^3/\text{ч}$. $D = 2800 \text{ мм}$
					Предназначена для деаэрации ХОВ, поступающего на питание котлов-утилизат

15	4/17	Деаэрационная колонка ДА- 80	2	-	ор о в . Гарельчатого типа, с четырьмя верхними штуцерами для воды . Производительность 75тонн/ч.Д = 1212 мм. Н = 2760 мм
16	4/18	Деаэрационный бак	2	-	Предназначен для деаэрированной воды подаваемой в котлы-утилизаторы. Рабочая емкость 27 м ³ . Д = 2600 мм. Н = 6484 мм
17	4/19	Насос для питательной воды ПЭ- 65 - 85	4	3	Предназначен для подачи питательной воды в котлы-утилизаторы. Напор 8,5 МПа (85 м. вод. ст.). Производительность 65 м ³ /ч. Электродвигатель мощностью 320 кВт,3000 об/мин.
18	5/20	Подогреватель деаэрированной воды.	8	-	Предназначен для подогрева питательной воды от 102 - 104 °С до 130 °С . Поверхность теплообмена 2м ² .Д = 600 мм. Н = 1275 мм
19	6/62		5	4	Предназначен для выдачи азотной кислоты из хранилищ потребителям. Производительность до 88 м ³ /ч, напор 0,85 МПа (85м. вод. ст.).

		Центробежный насос типа X90/85 -К-СД.			Электродвигатель АО-мощностью 40(55) кВт, частота вращения ротора - 2920 об/мин
20	6/65a	Насос погружной 2 XII- 6Е.	1	-	Предназначен для выдачи кислоты из дренажного бака в хранилище кислоты. Производительность 10 - 20 м ³ /ч. Напор 0,3 - 0,2 МПа (30 - 20 м. ст. жидк.). Частота вращения вала 2900 мин- 1.
21	4/21	Сепаратор непрерывной продувки.	4		Предназначен для отделения пара от котловой воды, поступающей из барабана. Д = 630 мм. Н = 3395 мм.
22	4/22	Бак-барботер.	2	-	Предназначен для охлаждения котловой воды перед сбросом ее в самотечную сеть водооборотного цикла. Д = 1200 мм. Н = 2000 мм . Объем=2.8 м ³
					Представляет собой одноступенчатую четырехцилиндровую машину с взаимно противоположным движением поршней. Давление на нагнетании

23	7/1	Компрессор аммиачный типа АО- 1200.	3	2	<p>компрессора до 1,5 МПа (15 кгс/с м²).</p> <p>Производительность компрессора по холоду 4,8 ГДж (1200000 ккал/час).</p> <p>Электродвигатель синхронной мощностью 630 кВт.</p>
24	7/4А	Аппарат воздушного охлаждения типа АВЗ-Ж (аппарат воздушный зигзагообразный жалюзийный)	6	-	<p>Состоит из 6 теплообменных секций, внутренняя поверхность теплообмена секций 73 м², наружная (с учетом оребрения) – 884 м². Воздух, используемый для охлаждения паров аммиака, подается из атмосферы вентилятором, который смонтирован внизу теплообменных секций.</p> <p>Вентилятор четырехлопастной, диаметр колеса вентилятора 5000 мм, частота вращения вентилятора 250 об/мин, мощность электродвигателя 90 кВт. В нижней части аппарата смонтирован узел увлажнения воздуха. Он представляет</p>

с о б о й
кольцеобразную
трубу,
диаметром 57x3
мм, на которой
установлены
форсунки для
распыления
воды. В летний
период времени
через форсунки
подается вода.
За счет
испарения воды
снижается
температура
воздуха,
нагнетаемого
вентилятором в
секции аппарата.

Предназначен
для испарения
жидкого
аммиака. Может
б ы т ь
использован как
конденсатор
газообразного
аммиака.
Поверхность
теплообмена
трубной части
30 м². Давление
в межтрубном
пространстве до
2 МПа (до 22 кгс
/см²). Д = 2600
мм. Н = 8670 мм

Предназначен
для испарения
жидкого
аммиака.
Четырехсекцион
н ы й ,
поверхность
теплообмена
2,92 м². Диаметр
трубок 32 x 2,5
мм. В корпусе
среда -
газообразный и
жидкий аммиак.
Давление 0,45

25

8/1

Ребойлер

1

-

26

3/Т- 3

2

-

		Испаритель жидкого аммиака.			МПа (4,5 кгс/см ²). Температура на входе 10÷30 °С. В змеевике среда ХОВ, давление 0,3 - 0,4 МПа (3÷4 кгс/см ²), температура на входе 90 °С, на выходе 60 °С. Д = 1000 мм. Н = 3930 мм. Емкость = 2.5 м ³
27	3/Г- 5	Подогреватель газообразного аммиака.	2	-	Предназначен для подогрева газообразного аммиака до 100÷120 °С. Поверхность теплообмена 6,5м ² Давление в трубном и межтрубном пространстве 1,6 МПа (16 кгс/см ²). Д = 273мм. Н = 3635

Таблица .. Расход сырья, материалов и энергоресурсов агрегатов АК- 72; АК- 72М; УКЛ- 7; 1/3,5 на 1 тонну HNO₃ (100 %)

№ п/п	Наименование	Ед. изм.	АК- 72		АК- 72М		УКЛ- 7		1/3,5	
			Мин.	Макс.	Мин.	Макс.	Мин.	Макс.	Мин.	Макс.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Аммиак	т	0,287	0,295	0,2865	0,292	0,300	0,306	0,286	0,293
2	Катализатор платиновый (безвозвратные потери)	г	0,062	0,125	0,120	0,125	0,090	0,15	0,034	0,047
3	Катализатор палладированной АПК-2 (безвозвратные потери)	г		0,05						

	паллади я)		0,026							
4	Алюмоцинкмедный катализатор АМЦ	г			5,8	14				
5	Алюмованадиевый катализатор	г					5	10	4,5	7
6	Неплатиновый катализатор	г(литр)					(0,00018)		0,352	2,5
7	Электроэнергия	кВт·ч	14,5	51	14,3	46	9	97	290	380
8	Газ природный, Q = 8000 ккал/ст. м3	Нм ³	83	87	36	82	68	115		
9	Конденат водяного пара на орошении абсорбционных колонн	т	0,340	0,370	0,34	0,35	0,15	2	0,67	1,2
10	Вода обессоленная	т	1,5	2,1	1,64	2,0	1,903	2,4	0,3	1,5
11	Оборотная вода	м ³	117	130	110	120	118,9	170	170	200
12	Водяной пар (выдача)	Гкал	1,0	1,09	0,974	1,244	1,0	1,54	0,05	0,1

В таблице 3.72 представлены нормы расхода основных видов сырья, материалов и энергоресурсов на одну тонну 100 % азотной кислоты.

Таблица .. Нормы расхода основных видов сырья, материалов и энергоресурсов на одну тонну 100 % азотной кислоты

	Наименование расходуемых видов	Нормы	

№ п/п	сырье и энергоресурсы	Ед. изм.	По проекту	Обоснованные
1	2	3	4	5
1	Сырье			
1.1	Аммиак на получение кислоты	тонн	0,287	0,296
1.2	Аммиак на очистку "хвостовых" газов	тонн	0,006	0,006
1.3	Воздух	тонн	3,993	4,118
2	Материалы			
2.1	Платиноиды (безвозвратные потери)	г	0,049	0,046
2.2	Катализатор АВК-10М, АОК- 78 - 55	кг	0,0185	0,010
2.3	Катализатор КН- 2, КН- 2П	кг	0,010	0,0053
3	Энергоресурсы			
3.1	Азот газообразный, сорт 2-й.	м ³		2,00
3.2	Вода оборотная	тыс. м ³	0,193	0,300
3.3	Электроэнергия	тыс. кВтч	0,271	0,288
3.4	Обессоленный дистиллят	м ³		2,300
3.5	Выдача пара (внешняя сеть)	Гкал	0,91	0,50

Технологические процессы, связанные с производством аммиачной селитры

Технологические схемы и аппаратное оформление производств аммиачной селитры отличаются многообразием, особенно в странах ЕС, втором крупном ее производителе, после России. Основой всех этих технологий является одна базовая: нейтрализация азотной кислоты газообразным аммиаком с получением раствора нитрата аммония; концентрирование этого раствора до состояния плава; гранулирование плава; охлаждение гранул до температуры 30 - 45 °С.

Производство аммиачной селитры в Казахстане основано на четырех основных процессах: процесс нейтрализации азотной кислоты газообразным аммиаком с получением раствора аммиачной селитры; процесс упаривания раствором аммиачной селитры до состояния плава; процесс кристаллизации из плава соли в виде гранул; процесс охлаждения гранул.

Образование аммиачной селитры протекает необратимо и сопровождается выделением тепла. Количество тепла, выделяемого в результате химической реакции, зависит от концентрации азотной кислоты и температуры применяемых реагентов (азотной кислоты, аммиака).

При нейтрализации азотной кислоты концентрацией 46 % газообразным аммиаком под вакуумом получается раствор аммиачной селитры концентрацией 62 – 64 %. Образующиеся в производстве аммиачной селитры конденсат сокового пара и конденсат греющего пара используются в производстве ПСМУ. Так как нейтрализация проходит в слабокислом режиме, потери аммиака с соковым паром уменьшаются. Процесс упаривания аммиачной селитры осуществляется по двухкорпусной схеме в греющих камерах выпарных аппаратах.

Грануляция плава аммиачной селитры производится в грануляторах барабанного типа.

Производство аммиачной селитры требует больших затрат электроэнергии. В процессе производства аммиачной селитры задействованы выпарные установки, грануляторы, элеваторы, насосы, теплообменное оборудование. Используется значительный объем воды. В таблице 3.73 представлены данные об основном энергопотребляющем оборудовании производства аммиачной селитры. В таблице 3.74 представлены сведения о расходе сырья, материалов и энергоресурсов для агрегатов АС- 72; АС- 72М; АС- 67; АС- 60 на 1 тонну аммиачной селитры.

Таблица .. Спецификация основного энергопотребляющего технологического оборудования производства аммиачной селитры.

№ п/п	Номер позиции по схеме	Наименование оборудования	Количество	Техническая характеристика
1	2	3	4	5
1	С- 5	Реактор	1	Вертикальный цилиндрический аппарат с перемешивающим устройством. Предназначен для распульповки магниальной добавки путем растворения брусита в растворе азотной кислоты. Отвод тепла осуществляется охладителем змеевикового типа (2 витка диаметром 2 м из трубы Ду50 12X18Н10Т)
				Вертикальный цилиндрический аппарат. Предназначен для приема и хранения

2	С- 11/1,2	Сборник	2	осветленного раствора нитрата магния. Оснащен паровым змеевиком.
3	С- 17	ВентиляторЦ10 - 28 № 5	1	Предназначен для отсоса пылегазо выделений на узле приготовления магниальной добавки. Угол разворота выносного патрубка – 90 °. Производительность – 6000 м ³ /ч. Напор – 750 кгс/м ² . Привод от электродвигателя мощностью – 45 кВт, частота вращения – 2900 об/мин.
4	С- 6/1,2	Насос тип ЗХ- 9И	2	Горизонтальный центробежный насос. Предназначен для перекачки раствора нитрата магния из реактора в отстойники. Производительность – 45 м ³ /час. Напор – 2,5 кгс/см ² (25 м вод. ст.). Привод от электродвигателя мощностью – 22 кВт. Частота вращения – 1500 об/мин.
5	С- 8/1,2	Насос тип АХ65 - 50 - 160	2	Горизонтальный центробежный насос. Предназначен для перекачки осветленного раствора нитрата магния из отстойников в емкости хранения осветленного раствора. Производительность

				ь – 25 м ³ /час. Напор – 3,2 кгс/см ² (32 м вод. ст.). Мощность – 22 кВт. Частота вращения – 1500 об/мин.
6	С- 14	Насос тип АХ65 - 50 - 160	2	Горизонтальный центробежный насос. Предназначен для подачи циркуляционного раствора узла мокрой очистки пылегазовыделений в реактор. Производительность – 25 м ³ /час. Напор – 3,2 кгс/см ² (32 м вод. ст.). Мощность – 22 кВт. Частота вращения – 1500 об/мин.
7	С- 21	Насос погружной НПВ 40 - 16К	1	Насос погружной. Предназначен для откачки проливов из поддона. Производительность – 28 м ³ /ч. Напор – 1,6 кгс/см ² (16 м вод. ст.)
8	С- 12/1,2	Насос тип ЗХ- 9И	2	Горизонтальный центробежный. Предназначен для перекачки осветленного раствора нитрата магния из емкости хранения осветленного раствора на узел дозирования азотной кислоты. Производительность – 45 м ³ /час. Напор – 2,5 кгс/см ² (25 м вод. ст.). Мощностью – 22 кВт. Частота вращения – 1500 об/мин.

9	С- 12/3,4	Установка насосная дозирочная УНД1500/25	1	Установка предназначена для дозирования раствора нитрата магния в азотную кислоту, идущую на аммонизаторы АМ-2,3. Подача одной гидравлики - 1500 л/ч, давление нагнетания - 2,5 (25) МПа (кгс/см ²). Мощность электродвигателя - 4 кВт (АИМ100L4), частота вращения - 1500 об/мин.
10	А- 02/4,5,6,7,8	Перекачивающие насосы типа 6ХФ	5	Откачивает промстоки из емкости. Производительность - 252 м ³ /ч. Напор - 24 м вод. ст. Мощность электродвигателя - 55 кВт (4А250М6). Число оборотов - 960 об/мин
11	Н- 1 - 3	Перекачивающие насосы типа 4ХФ	3	Подает дозированную азотную кислоту в нейтрализаторы. Производительность - 108 м ³ /ч. Напор - 26 м вод. ст. Мощность электродвигателя - 22 кВт (4А180S4). Число оборотов - 1450 об/мин.
12	С- 107	Нейтрализатор с насосом 28ПРЦ	1	Нейтрализация азотной кислоты газообразным аммиаком. Объем- 80 м ³ . Рабочий объем- 50 м ³ . Производительность - 4400 м ³ /ч. Мощность электродвигателя 200 кВт

13	С- 111	Конденсатор	1	<p>Конденсация сокового пара из нейтрализатора. Диаметр - 1000 мм. Число ходов - 4. Длина труб - 5000 мм. Площадь теплообмена - 260 м².</p>
14	АМ- 2,3	Скоростной аммонизатор-испаритель(САИ)	2	<p>Предназначен для нейтрализации азотной кислоты. Представляет собой выпарной аппарат ВНЦ- 350, у которого заменена греющая камера на подъемную трубу диаметром 0,8 м. Циркуляция раствора в САИ принудительная с помощью насоса 2 8 П р Ц .</p> <p>Производительность в САИ по раствору –до 70 м³/ч.</p> <p>Производительность в 28ПрЦ – 4500 м³/ч . Напор - 4,5 м вод. ст.). Мощность электродвигателя – 200 кВт (ДА304 - 400У10У3). Число оборотов – 590 об/мин.</p>
15	АМ- 14/3,4,5,6	Перекачивающий насос типа 6ХФ	4	<p>Перекачивающий насос типа 6ХФ. Предназначен для перекачивания аммонизированного раствора из САИ в аппараты выпарных батарей.</p> <p>Производительность в – 252 м³/ч. Напор - 24 м вод. ст. Мощность электродвигателя – 55 кВт (4А250М6). Число оборотов – 960 об/мин.</p>

16	AM- 27/2,3	Конденсатор	2	<p>Предназначен для конденсации сокового пара. Горизонтальный стальной кожух отрубный теплообменник. Рабочая среда: в трубном пространстве – морская вода; в межтрубном пространстве – соковый пар. Поверхность теплообмена – 350 м². Число ходов по воде – 2. Диаметр конденсатора– 1,2 м . Длина – 6 м. Размер трубки – 38x3 мм. Число трубок – 624 шт.</p>
17	AM- 28/3,4	Вакуум-насос ВВН-50	2	<p>Предназначен для отсасывания неконденсирующихся газов из конденсаторов. Максимальный вакуум – 95 %. Производительность – 50 м³/мин. Мощность электродвигателя – 200 кВт (A03 - 400S10). Число оборотов – 590 об/мин. Расход охлаждающей воды – 4,2 м³/ч.</p>
18	AM- 30/1,2	Перекачивающий насос типа X45/31	2	<p>Предназначен для перекачивания КСП . Производительность – 45 м³/ч. Напор - 31 м вод. ст. Допустимый кавитационный запас - 5 м вод. ст. Мощность электродвигателя –</p>

				22 кВт (4А- 180 -У2). Число оборотов– 2900 об/мин.
19	АМ- 78/1,2	Перекачивающий насос типа Х- 90/33	2	Предназначен для откачки технической воды из бака в сборники технической воды. Производительность – 90 м ³ /ч. Напор- 33 м вод. ст. Допустимый кавитационный запас - 6 м вод. ст. Мощность электродвигателя – 18 кВт (4А- 13252). Число оборотов – 2900 об/мин.
20	АМ- 87/1,2	Перекачивающие насосы типа НПВ- 2	2	Предназначен для откачки дренажных вод . Производительность – 28,8 м ³ /ч. Напор - 20 м вод. ст. Мощность электродвигателя – 10 кВт (ВАО- 52 - 4У). Число оборотов – 1500 об/мин.
21	А- 21, А- 19, А- 12	Выпарной аппарат	6	Предназначен для упаривания аммонизированных растворов до 95 % по солям. Вертикальный аппарат с выносной греющей камерой и осевым пропеллерным насосом типа 28ПрЦ . Производительность насоса 28ПрЦ – 4500 м ³ /ч. Напор 4,5 м вод. ст. Мощность электродвигателя – 200 кВт (ДА304 - А12 - 42 - 10). Число оборотов – 600 об/мин.

				Поверхность теплообмена греющей камеры – 350 м ² . Длина – 6 м. Диаметр трубки – 38x2 мм.
22	A- 16/12 - 17 A- 18/16,17	Перекачивающий насос типа 4XF	8	Предназначен для перекачивания плава из одного выпарного аппарата в другой и подачи на узел грануляции. Производительность – 108 м ³ /ч. Напор - 26 м вод. ст. Мощность электродвигателя – 22 кВт (4A180S4). Число оборотов – 1500 об/мин.
23	A- 24/4	Перекачивающий насос типа 4XF	1	Предназначен для перекачивания пульпы или промывного раствора из выпарных аппаратов в емкости. Производительность – 108 м ³ /ч. Напор - 26 м вод. ст. Мощность электродвигателя – 22 кВт (4A180S4). Число оборотов – 1500 об/мин.
24	A- 28/5,6,7,8	Вакуум-насос ВВН-50	4	Предназначены для отсасывания неконденсирующихся газов. Максимальный вакуум – 95 %. Производительность – 50 м ³ /мин. Мощность электродвигателя – 125 кВт (А- 112 - 10М). Число оборотов – 600 об/мин. Расход охлаждающей воды – 4,2 м ³ /ч

25	A- 27/6,7,8	Конденсатор	3	Предназначены для конденсации сокового пара поступающего из сепаратора выпарного аппарата . Горизонтальный стальной теплообменник. Рабочая среда: в трубном пространстве – морская вода; в межтрубном пространстве – соковый пар. Поверхность теплообмена – 260 м ² . Число ходов по воде – 4. Диаметр конденсатора– 1 м. Длина – 5 м. Размер трубки – 25x2 мм.
26	A- 37/7,8,9,9a	Перекачивающий насосы типа 4ХФ	4	Предназначен для подачи плава на грануляторы. Производительность – 108 м ³ /ч. Напор - 26 м вод. ст. Мощность электродвигателя – 22 кВт (4А180S4). Число оборотов – 1500 об/мин.
27	A- 1 - 5	Перекачивающий насос типа 4Х- 9Е	5	Предназначен для перекачки КГП в цех САК. Производительность – 90 м ³ /ч. Напор- 49 м вод. ст. Мощность электродвигателя – 40 кВт (А02 - 81 - 2) . Число оборотов – 2900 об/мин.
				Предназначен для подачи КГП на сальниковое уплотнение насосов и винтовые уплотнения насосов 2 8 П р Ц . Производительность

28	A- 10/1,2,3	Перекачивающий насос типа 4К- 6	3	ь – 95 м ³ /ч. Напор - 75 - 98 м вод. ст. Мощность электродвигателя – 40 кВт (А02 - 81 - 2) . Число оборотов – 2900 об/мин.
29	A- 78/1,2	Перекачивающий насос типа НПВ- 2	2	Предназначен для откачки технической воды из сборников. Производительность ь – 28,8 м ³ /ч. Напор - 20 м вод. ст. Мощность электродвигателя – 18 кВт (4А- 132 -S4) . Число оборотов – 1440 об/мин.
30	A- 81/1,3,7	Перекачивающий насос типа 6Х- 9И	3	Предназначен для откачки КСП из сборников по коллекторам КСП на собственные нужды . Производительность ь – 160 м ³ /ч. Напор- 29 м вод. ст. Мощность электродвигателя – 55 кВт (А- 112 - 4М) . Число оборотов – 1500 об/мин.
31	A- 87/1 - 6	Перекачивающий насос типа НПВ- 2	1	Предназначен для откачки дренажных вод . Производительность ь – 28,8 м ³ /ч. Напор - 20 м вод. ст. Мощность электродвигателя – 7 кВт (4А- 132 -S4).
32	A- 38/3,4	Барабан-гранулятор-сушилка (БГС)	2	Предназначен для грануляции, сушки и классификации готового продукта. Диаметр гранулятора – 3,5 м. Длина – 16 м. Число оборотов гранулятора – 4 об/мин. Мощность

				электродвигателя – 160 кВт (А- 114 - 6). Число оборотов – 1000 об/мин. Тип редуктора – Ц2 - 630.
33	А- 38/7,8	Барaban-гранулятор - сушилка-холодильник (БГСХ)	2	Предназначен для грануляции, сушки и классификации готового продукта. Диаметр гранулятора – 4,0 м. Длина – 22 м. Число оборотов гранулятора – 4,0 об/мин. Мощность электродвигателя – 250 кВт. Число оборотов – 1000 об/мин. Тип редуктора ЦГШ – 900.
34	А- 38 /10,11	Маслостанция ЦС-70М	1	Служит для смазки подшипников редукторов. Емкость бака маслом- 3м ³ . Маслонасосы: Г-П-2 4 А . Производительность 50 л/мин. Напор- 25 кгс/см ² . Мощность электродвигателя – 2,2 кВт (АИР 904У3). Число оборотов – 1450 об/мин.
35	А- 38/10,11	Сушилка-гранулятор- классификатор (СГК)	2	Предназначен для грануляции, сушки и классификации готового продукта аммиачной селитры. В качестве теплоносителя используется атмосферный воздух, нагретый паром, поступающий в аппараты от калориферов. Диаметр- 4,5 м. Длина - 17 м. Число обор.4 об/мин.

				Мощность электродвигателя – 250 кВт. Число оборотов – 1000 об/мин. Тип редуктора ЦГШ – 900.
36	A- 50/ 5,7,13,16	Элеватор ковшевой цепной ЦБ- 450	4	Предназначен для подачи аммиачной селитры в охлаждающий барабан. Производительность- 60 тонн/час. Мощность электродвигателя – 13 кВт(А02 - 61 - 4). Число оборотов – 1450 об/мин. Тип редуктора РМ- 650.
37	A- 50/9	Элеватор ковшевой цепной ЦБ- 450	1	Предназначен для подачи готового продукта аммиачной селитры. Производительность- 60 тонн/час. Мощность электродвигателя – 13 кВт (А02 - 61 - 4). Число оборотов – 1450 об/мин. Тип редуктора РМ- 650.
38	A- 50/6,8,14,15	Элеватор ковшовый цепной ЦС- 400	4	Предназначен для подачи продукта аммиачной селитры. Производительность 75 тонн/ч. Мощность электродвигателя – 13 кВт(А02 - 61 - 4). Число оборотов – 1450 об/мин. Тип редуктора РМ- 650.
39	A- 50/10	Элеватор ковшовый цепной ЦС- 400	1	Предназначен для подачи продукта аммиачной селитры. Производительность 75 тонн/ч. Мощность электродвигателя – 13 кВт(А02 - 61 - 4).

				Число оборотов – 1450 об/мин. Тип редуктора РМ- 650.
40	А- 39/10,11	Охлаждающий барабан	2	Предназначен для охлаждения аммиачной селитры. Диаметр барабана- 3,5 м. Длина - 16 м. Мощность электродвигателя – 160 кВт(АО- 114 - 6). Число оборотов – 1000 об/мин. Тип редуктораЦ2 - 630.
41	А- 41/3,4 10,11	Молотковая дробилка	4	Предназначена для дробления аммиачной селитры и подачи ее в голову грануляторов. Производительность дробилки- 20 тонн /час. Диаметр ротора- 800 мм. Длина ротора- 600 мм. Мощность электродвигателя – 55 кВт(4А- 250 -М6) . Число оборотов – 1000 об/мин.
42	А- 41/7,8	Молотковая дробилка	2	Предназначена для дробления аммиачной селитры и подачи ее в голову грануляторов. Производительность дробилки- 20 тонн /час. Диаметр ротора- 800 мм. Длина ротора- 600 мм. Мощность электродвигателя – 55 кВт(4А- 250 -М6) . Число оборотов – 1000 об/мин.
				Предназначена для дробления аммиачной селитры фракции и подачи ее по обратному шнеку в голову грануляторов. Производительность

43	A- 41/7a,8a	Молотковая дробилка	2	ь дробилки- 20 тонн /час. Диаметр ротора- 800 мм. Длина ротора- 600 мм. Мощность электродвигателя – 55 кВт(4А- 250 -М6) . Число оборотов – 1000 об/мин.
44	A- 43А	Элеватор ковшовый цепной ЦС- 400	1	Предназначен для подачи продукта на элеватор. Производительность ь 75 тонн/ч. Мощность электродвигателя – 15 кВт(4А160 -S4). Число оборотов – 1450 об/мин. Тип редуктора РМ- 650.
45	A- 43/5	Элеватор ковшовый цепной ЦБ- 450	6	Предназначен для подачи готового продукта аммиачной селитры. Производительность ь – 60 тонн/ч. Мощность электродвигателя – 13 кВт (А02 - 61 - 4). Число оборотов – 1450 об/мин. Тип редуктора РМ- 650.
46	A- 43/3,4,10	Элеватор ковшовый цепной ЦБ- 450	3	Предназначен для подачи готового продукта аммиачной селитры. Производительность ь – 60 тонн/ч. Мощность электродвигателя – 13 кВт (А02 - 61 - 4). Число оборотов – 1450 об/мин. Тип редуктора РМ- 650.
47	A- 43/11	Элеватор ковшовый цепной ЦС- 400	1	Предназначен для подачи продукта на элеватор. Производительность ь 75 тонн/ч. Мощность электродвигателя –

				13 кВт(4А160 -S4). Число оборотов – 1450 об/мин. Тип редуктора РМ- 650.
48	А- 43/7,8	Элеватор ковшовый цепной ЦБ- 450	2	Предназначен для подачи готового продукта аммиачной селитры. Производительность – 60 тонн/ч. Мощность электродвигателя – 13 кВт(4А160 -S4). Число оборотов – 1450 об/мин. Тип редуктора РМ- 650.
49	А- 39А	Барaban омаcливателъ	1	Предназначен для нанесения антислеживателя. Диаметр барабана- 1,6 м. Длина – 8,3м. Мощность электродвигателя – 7,5 кВт. Число оборотов – 1000 об/ мин. Тип редуктора ЦТГД 315У2.
50	А- 83/3,4, 10,11	Валковая дробилка	4	Предназначена для дробления фракции АС 4 - 6 мм, поступающей из классификатора. Относится к машинам, работающим по принципу раздавливания материала. Производительность –.30 тонн/час. Диаметр валка- 800 мм. Длина валка- 1000 мм. Ширина зазора между валками- 2,5 - 3,0 мм. Число оборотов валка- 200 об/мин. Мощность электродвигателя – 55 кВт (А02 - 61 - 4) . Число оборотов – 980 об/мин. Тип редуктора РМ- 650.

51	A- 106/1,2	Элеватор ковшовый цепной ЦС- 400	2	Предназначен для подачи продукта с классификаторов или с узла кондиционирования готового продукта на транспортер. Производительность 75 тонн/ч. Мощность электродвигателя – 13 кВт(4A160 -S4). Число оборотов – 1450 об/мин. Тип редуктора РМ- 650.
52	A- 39/3 - 5	Охлаждающий барабан	3	Предназначен для охлаждения аммиачной селитры. Диаметр барабана – 3,2 м. Длина – 16 м. Число оборотов барабана- 4 об/мин. Производительность по охлажденному продукту – 45 тонн/ч. Мощность электродвигателя – 72 кВт (АО- 103 - 12 - 8 - 6 - 4). Число оборотов – 1000 об/мин. Тип редуктораЦ2 - 630.
53	A- 39/10,11	Охлаждающий барабан	2	Предназначен для охлаждения аммиачной селитры. Диаметр барабана – 3,5 м. Длина – 16 м. Число оборотов барабана- 4 об/мин. Производительность по охлажденному продукту – 45 тонн/ч. Мощность электродвигателя – 160 кВт (АО- 114 - 6). Число оборотов – 1000 об/мин. Тип редуктораЦ2 - 630.
				Предназначен для герметичной транспортировки аммиачной селитры.

54	A- 46/1,2	Виброконвейер	2	Производительность – 120 тонн/ч. Длина конвейера – 36 м. Мощность электродвигателя – 22 кВт (402 - 76 - 6). Число оборотов – 1000 об/мин.
55	A- 102	Ленточный транспортер	1	Предназначена для подачи готового продукта
56	A- 53/3,4,7,8,10,11	Калориферная установка	6	Предназначена для нагрева воздуха, подаваемого вентилятором в короб, обогреваемый греющим паром для получения сушильного агента. Производительность по воздуху- 100 тыс. Нм ³ /час. Температура воздуха- до 150 °С. Греющий пар Ру= 1,3 МПа, t=300 °С. Поверхность теплообмена – 185,7 м ² .
57	A- 82/3,4,7,8	ВентиляторЦ4 - 70 №16	4	Предназначены для подачи воздуха в калориферные установки. Производительность – 100000 Нм ³ /ч. Напор – 103 Па (100 мм вод. ст.). Мощность электродвигателя – 55 кВт(4А- 250 -М6) . Число оборотов – 1000 об/мин.
58	A- 82/10,11	Вентилятор ВНСН-16	2	Производительность – 70000 Нм ³ /ч. Напор – 103 Па (100 мм вод. ст.). Мощность электродвигателя – 30 кВт (АО2 - 180 -

				М4). Число оборотов – 1500 об/мин.
59	А- 55/3,6,7,10, 11	Вентилятор ВМ-18А	5	Предназначен для отсоса отработанных газов из гранулятора и подачи на газоочистку. Производительность – 108000 Нм ³ /ч. Напор – 10650 Па (1065 мм вод. ст.). Мощность электродвигателя – 500 кВт. Тип электродвигателя – ДАЗО- 55 - 4. Число оборотов – 1500 об/мин. Напряжение – 6000 В.
60	А- 58/3,4, 5, 10, 11	Вентилятор ВГД-15,5У	5	Предназначен для отсоса охлаждающего воздуха с пылью и подачи на турбулентный промыватель. Производительность – 80000 Нм ³ /ч. Напор – 5000 - 5350 Па (500 - 535 мм вод. ст.). Тип электродвигателя – А12 - 35 - 6. Мощность электродвигателя – 250 кВт. Число оборотов – 1000 об/мин. Напряжение – 6000 В.
61	А- 55/3,4	Вентилятор ВГД-15,5У	1	Предназначен для отсоса отработанных газов из гранулятора и подачи на газоочистку. Производительность – 80000 Нм ³ /ч. Напор – 5000 - 5350 Па (500 - 535 мм вод. ст.). Тип электродвигателя –

				<p>A12 - 35 - 6. Мощность электродвигателя – 250 кВт. Число оборотов – 1000 об/ мин. Напряжение – 6000 В.</p>
62	A- 61/1 - 3,8 - 11	Перекачивающие насосы типа 6XF	7	<p>Предназначены для подачи орошающего раствора из емкости на орошение турбулентных промывателей. Производительност ь – 252 м³/ч. Напор - 24 м вод. ст. Мощность электродвигателя – 55 кВт. Тип электродвигателя – 4А- 250 -М6. Число оборотов – 960 об/ мин.</p>
63	A- 61/4	Перекачивающий насос типа 6XF	1	<p>Предназначен для откачки промывных и грунтовых вод. Производительност ь – 252 м³/ч. Напор - 24 м вод. ст. Мощность электродвигателя – 55 кВт. Тип электродвигателя – 4А- 250 -М6. Число оборотов – 960 об/ мин.</p>
64	A- 61/6,7	Перекачивающий насос типа X200 - 150 – 500 К	2	<p>Предназначены для подачи орошающего раствора из емкости на орошение турбулентных промывателей. Производительност ь – 315 м³/ч. Напор - 60 м вод. ст. Мощность электродвигателя – 132 кВт. Тип электродвигателя –</p>

				4А- 250 -М6. Число оборотов – 1500 об/мин.
65	А- 03/1,2,4,5,6	Буферная емкость	5	Предназначена для сбора концентрированного раствора из циклонов после очистки газов от пыли аммиачной селитры. Емкость имеет мешалку пропеллерного типа. Диаметр емкости – 4 м. Объем – 63 м ³ . Диаметр мешалки – 1,2 м. Мощность электродвигателя – 22 кВт. Тип электродвигателя – 4А- 200 - 16. Число оборотов – 1000 об/мин.
66	ЛТ №2	Ленточный транспортер	1	Предназначен для транспортировки готового продукта на транспортер №4 от ковшового элеватора. Производительность – 180 тонн/час. Ширина ленты – 1000 мм. Тип электродвигателя – 4 А - 200 - 16. Мощность электродвигателя – 22 кВт. Число оборотов – 1000 об/мин. Тип редуктора – РМ- 650.
67	ЛТ№5	Ленточный транспортер	1	Предназначен для транспортировки готового продукта со склада "навалом" до элеваторов. Производительность – 200 тонн/час. Ширина ленты – 1000 мм. Тип электродвигателя – 4А- 200 - 16. Мощность

				электродвигателя – 22 кВт. Число оборотов – 1000 об/мин. Тип редуктора – РМ- 650.
68	ЛТ№1,2	Ленточный транспортер	2	Предназначен для транспортировки готового продукта на транспортер № 3,4. Ширина ленты – 1000 мм. Тип электродвигателя - 4А- 200 - 16. Мощность электродвигателя – 22 кВт. Число оборотов – 1000 об/мин. Тип редуктора – РМ- 650.
69	ЛТ№3,4	Ленточный транспортер	2	Предназначен для транспортировки готового продукта от транспортера № 1,2 и элеваторов до бункеров №3,4. Ширина ленты – 1000 мм. Тип электродвигателя – 4А- 200 -М- 6У3. Мощность электродвигателя – 22 кВт. Число оборотов – 1000 об/мин. Тип редуктора – РМ- 650.
70	Поз.№14,15	Элеватор№14,15	2	Предназначен для подачи готовой продукции от транспортера №5 к транспортерам №3,4. Производительность – 100 тонн/час. Т и п электродвигателя – 4А- 180М- 6У3. Мощность 18,5 кВт. Число оборотов – 970 об/мин. Тип редуктора – РМ- 650.
				Предназначен для транспортировки

71	ЛТ№4А	Ленточный транспортер	1	готового продукта от бункера №4 до установки "Вселуг". Производительность – 200 тонн/час. Ширина ленты – 600 мм. Тип электродвигателя – 4А- 200 -М- 6У3. Мощность электродвигателя – 22 кВт. Число оборотов – 970 об/мин. Тип редуктора – РМ- 650.
----	-------	-----------------------	---	--

Таблица .. Расход сырья, материалов и энергоресурсов агрегатов АС- 72; АС- 72М; АС- 67; АС- 60 на 1 тонну аммиачной селитры

№ п/п	Наименование	Ед. изм.	АС- 72		АС- 72М		АС- 67		АС- 60	
			Мин.	Макс.	Мин.	Макс.	Мин.	Макс.	Мин.	Макс.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Азотная кислота	тонн, мг HNO ₃	0,786	0,79	0,786	0,795	0,787	0,788	0,788	0,831
2	Аммиак	тонн, 100 % NH ₃	0,211	0,216	0,213	0,215	0,213	0,214	0,211	0,224
3	Магнелиальная добавка	кг, в пересчете на MgO	3,4	5,1	3,0	4,5	4	5		5,1
4	Водяной пар	Гкал	0,18	0,31	0,19	0,21	0,214	0,34	0,3	0,39
5	Электроэнергия	кВтч	13	36	14,0	22	21	30,4	18,5	22
6	Вода химочищенная	тонн	0,1	0,2	0,1	0,12				
7	Оборотная вода	м ³	0,05	0,2	0,05	0,2	0,01	0,012	46,95	50

В таблице 3.75 представлены нормы расхода основных видов сырья, материалов и энергоресурсов на одну тонну аммиачной селитры.

Таблица .. Нормы расхода основных видов сырья, материалов и энергоресурсов на выпуск одной тонны аммиачной селитры (N_{общ} - 34,4 %).

№ п/п	Наименование сырья, материалов и энергоресурсов.	Ед. изм.	По проекту	Утвержденные нормы	
				2018	2019

1	2	3	4	5	6
	Сырье и материалы				
1	Газообразный аммиак(100 % NH ₃)	кг	230	270	270
2	Азотная кислота (100 % HNO ₃)	кг	790	895	895
3	Брусит	кг	5	6,5	6,5
4	Антислеживатель	кг		0,5	0,5
	Энергоресурсы				
5	Электроэнергия	кВтч	200	130	130
6	Пар	Гкал	0,88	0,800	0,800
7	Вода морская	м ³	0,170	0,170	0,170
8	Сжатый воздух	Нм ³	150	320	320
9	Вода техническая	м ³	0,200	0,200	0,200

Анализ всей цепочки потребления энергоресурсов и воды показывает, что производство аммиака, азотной кислоты и аммиачной селитры является энерго и ресурсоемким. Показатели производства аммиака, азотной кислоты и аммиачной селитры и потребление энергоресурсов в 2015 - 2019 годах представлено в таблице 3.76

Таблица .. Показатели производства аммиака, азотной кислоты и аммиачной селитры и потребление энергоресурсов в 2015 - 2019 годах

№ п/п	Наименование энергоносителя	Единица измерения	Предшествующий период				
			2015	2016	2017	2018	2019
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Аммиак	тонн/год	169 964	187 383	196 923	190 583	175 008
2	Слабая азотная кислота	тонн/год	261 679	287 222	302 872	294 955	284 303
3	Аммиачная селитра	тонн/год	285 882	321 805	337 442	330 874	323 078
4	Электроэнергия производимая на ГПЭС	тыс.кВтч	0,0	0,0	86749	282891	274795
5	Электроэнергия закупаемая	тыс.кВтч	327672	339061	286504	91383	69961
		тыс.кВтч	327672	339061	373253	374274	344756

6	Электрическая энергия всего	т у.т.	40 304	41 704	45 910	46 036	42 405
7	Газ природный, потребляемый не из собственных источников	тыс.м.куб	79291	0	0	0	0
8	Газ природный, потребляемый из собственных источников	тыс.м.куб	123908	206945	241746	283828	257066
9	Газ природный, всего, в том числе	тыс.м.куб	203199	206945	241746	283828	257066
	на технологию	тыс.м.куб	203199	206945	221486	217218	191839
	на ГПЭС	тыс.м.куб	0	0	20260	66610	65227
10	Газ природный, всего	т у.т.	237743	242126	259139	254145	224452
11	Тепловая энергия	Гкал	34083	27568	25073	21083	23674
		т у.т.	4873,87	3942,22	3585,44	3014,87	3385,38
12	Вода, на производственные и бытовые нужды	тыс. м ³	141 477,85	180 009,34	182 911,68	193 364,44	194 160,82
13	Итого потребленные ТЭР	т у.т.	282 920,40	287 772,36	308 634,18	303 195,63	270 242,00

3.5. Производство каустической соды и хлора

Когда концентрированный раствор хлорида натрия подвергается электролизу, образуются хлор и гидроксид натрия, но они реагируют друг с другом с образованием гипохлорита натрия – отбеливающего вещества. Этот продукт, в свою очередь, особенно в кислых растворах при повышенных температурах, окисляется в электролизной камере до перхлората натрия. Чтобы избежать этих нежелательных реакций, электролизный хлор должен быть пространственно отделен от гидроксида натрия.

Производство хлор-щелочной продукции в АО "Каустик" производится по мембранной технологии.

Мембранный метод считается наиболее перспективным. В основе лежит разделение катода и анода мембраной, которая пропускает только ионы натрия. Плюсы метода в значительной простоте процесса получения, по сравнению с диафрагменным методом. Так же этот метод значительно снижает энергозатраты – на 25 % по сравнению с ртутным методом и на 15 % с диафрагменным. Мембранный метод наиболее экологичен из вышеперечисленных. Мембранный электролиз обеспечивает получение наиболее чистого каустика.

Данный способ основан на свойстве мембраны пропускать одни соединения и задерживать другие. Производство каустической соды и хлора электрохимическим методом по мембранной технологии схематически показано на рисунке 7.2.

Процесс отличается простотой аппаратного оформления, легко поддается автоматизации, практически не имеет сточных вод и газообразных выбросов.

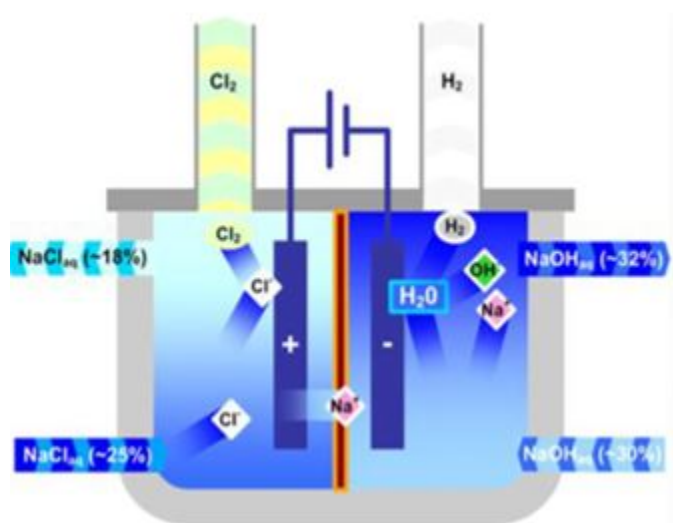
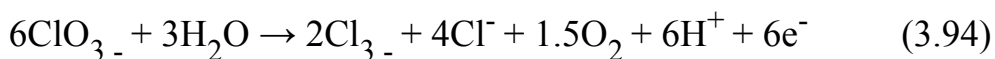
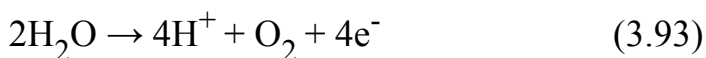


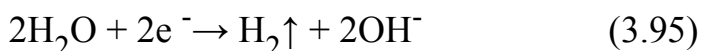
Рисунок .. Производство каустической соды и хлора электрохимическим методом по мембранной технологии [4]

В целом, реакции, протекающие в электролизной ванне, можно описать следующим образом.

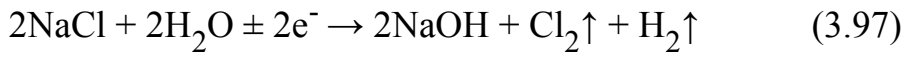
анод:



катод:



В итоге:



В упрощенном виде схема разложения хлорида натрия на катион натрия и анион хлора, показана на рисунке 3.42.

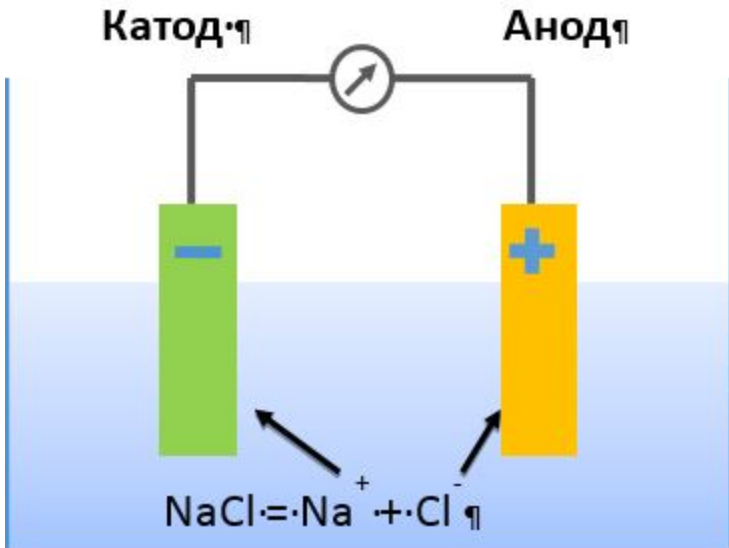


Рисунок .. Схема разложения хлорида натрия на катион натрия и анион хлора в электролизере



Рисунок .. Схема разложения хлорида натрия на катион натрия и анион хлора в электролизер

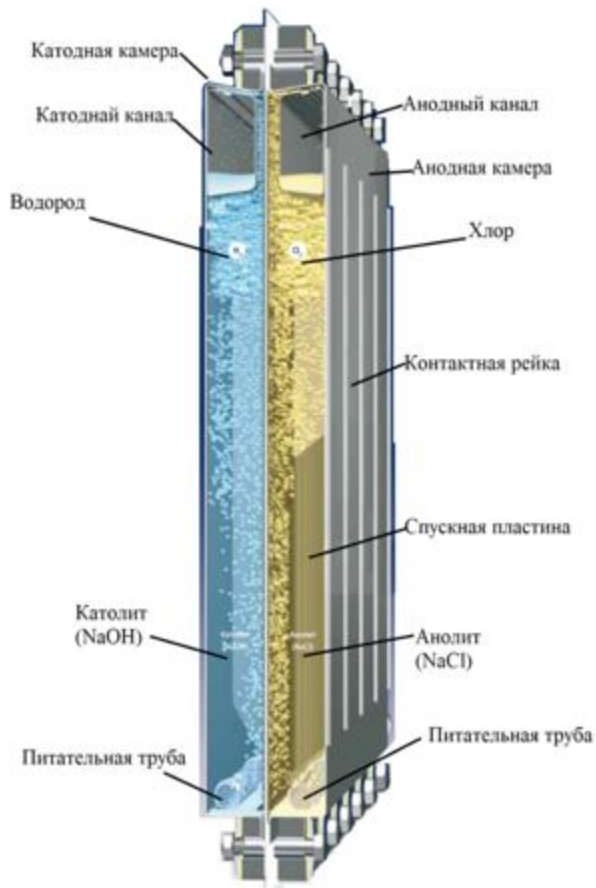


Рисунок .. Единичный элемент мембранного электролизера Uhde [79]

Описание функции единичного элемента. По наружной трубе с патрубком ультрачистый рассол поступает в анодную камеру и распределяется по всей ширине камеры по внутренней питательной трубе. За счет спускной пластины подъемная сила газа используется, чтобы создать сильную внутреннюю циркуляцию рассола и обеспечить его оптимальное распределение по всей камере при равномерной плотности и температуре. Обедненный рассол и хлор выводятся из камеры по выводной трубе. Катодная камера также имеет питательную трубу, в данном случае для распределения каустика, и выводную трубу для вывода продуктов - водорода и каустика (32 %). Катодная камера не имеет спускную пластину, потому что разница в концентрации каустика на входе и выходе катодной камеры – небольшая, и водород и каустик легче разделяются, чем рассол и хлор. В верхней части анодной и катодной камер расположены слегка трапециевидные анодные и катодные каналы [79].

3.5.1. Производство каустической соды и хлора

Технологическая схема работы установки производства хлора и каустической соды методом мембранного электролиза состоит из следующих стадий:

- промывка соли;
- насыщение и обработка рассола;
- осветление рассола и обработка шлама;

фильтрация рассола;
 ионообменная очистка рассола и запитывание чистым рассолом;
 электролиз;
 дехлорирование рассола и разложение хлоратов;
 обработка хлора (охлаждение и осушка хлора), включая регенерацию серной кислоты (обработка, хранение и налив серной кислоты);
 компримирование хлора;
 сжижение хлора;
 нейтрализация хлорсодержащих выбросов с получением гипохлорита натрия;
 производство соляной кислоты, ингибированной соляной кислоты;
 обработка полученного раствора щелочи (католита) с получением каустической соды;
 обработка (охлаждение) водорода;
 фильтрация шламов;
 нейтрализация сточных вод.

Получаемые на установке, раствор едкого натра, газообразные хлор и водород используются далее для получения жидкого хлора, концентрированного раствора щелочи (50 %), твердой чешуированной щелочи (каустика), товарного раствора гипохлорита натрия и соляной кислоты.

Производство хлора и каустической соды мембранным методом включает площадку разгрузки и хранения соли; участок хранения и промывки соли; участки насыщения и осветления рассола; участок концентрирования щелочи и получения соляной кислоты; склад соляной кислоты; станция налива гипохлорита и соляной кислоты в ж/д цистерны; станция налива щелочи в ж/д цистерны и слива серной кислоты из железнодорожных цистерн; участок заполнения ж/д цистерн жидким хлором; участок хранения реагентов и чешуированного каустика; участок розлива жидкого хлора в мелкую тару; участок ингибирования соляной кислоты.

Таблица .. Рабочие характеристики электролизера, срок службы и качество продукта [79]

№ п/п	Рабочие характеристики		Качество продукта	
1	2		3	
1	Плотность тока	До 7 кА/м ²	Раствор каустика	
			Гидроксид натрия	32 % (по массе)
3	Температура внутри ячейки	88 - 90 °С	Хлорид натрия	< 20ppm
			Газообразный хлор	
5	Активная площадь элемента	2,72 м ²	Хлор	> 98 % (об.)
			Кислород	0,1 - 1,5 % (об.)
			Водород	< 0,05 % (об.)

Описание технологических процессов производства каустической соды и хлора, гипохлорита натрия

Промывка соли, насыщение и очистка рассола

Сырая соль доставляется на предприятие в железнодорожных полувагонах или автотранспортом, где на прирельсовом складе выгружаются на разгрузочной площадке. Далее сырая соль со склада подается с помощью погрузчика в питающий бункер для соли. Из питающего бункера сырая соль выгружается вибропитателем на винтовой конвейер и подается на решетку сортировочной машины – грохот для отделения крупных частиц. Просеянная соль винтовым конвейером подается для измельчения на дробилку. Конструкция дробилки позволяет контролировать степень измельчения с высоким выходом кристаллов соли желаемого размера.

Из дробилки соль подается винтовым конвейером в моечную машину (промывной аппарат), где мелкие включения примесей отделяются от соли с помощью подаваемого противотоком снизу вверх рассола. Подача рассола контролируется в соответствии с качеством сырой соли. Кристаллы соли опускаются вниз, омываясь рассолом, циркулирующим в моечной машине. При этом растворимые примеси с поверхности кристаллов соли переходят в рассол.

Из первой моечной машины суспензия соли передается во вторую моечную машину (промывной аппарат), где примеси отделяются от соли с помощью декантации. Примеси, содержащиеся в суспензии соли, удаляются из нее противотоком чистого рассола. Очищенная соль концентрируется в верхней части моечной машины, откуда она подается на винтовой конвейер. Рассол с примесями осветляется в классификаторе – разделительном баке, в который подается раствор флокулянта.

Очищенная соль и рассол разделяются в центрифуге. Рассол подается в приямок – отстойник. Очищенная соль подается винтовым и ленточным конвейером на склад промытой соли. Рассол при промывке соли циркулирует в противотоке с движением соли. Из приямка-отстойника осветленный рассол перекачивается насосом в моечную машину, где он извлекает примеси из соли. Из моечной машины рассол поступает в классификатор суспензии соли, где он вымывает из соли мелкие частицы примесей.

Соль со склада промытой соли подается погрузчиком в приямок-сатуратор рассола, куда для растворения соли подаются дехлорированный обедненный рассол и вода.

Насыщенный сырой рассол из приямка-сатуратора переливается в буферный приямок сырого рассола и затем в приемный приямок, откуда он выкачивается насосом сырого рассола.

Насыщенный рассол, с содержанием NaCl 300 - 315 г/л, поступает в реактор вывода сульфатов из рассола, где смешивается с растворами $\text{BaCl}_2/\text{Na}_2\text{CO}_3$ для удаления ионов сульфата и кальция в виде образующихся соединений BaSO_4 и CaCO_3 , которые высаждаются из рассола. Из этого реактора рассол перетекает во второй реактор, куда

добавляется раствор NaOH. При этом из рассола удаляются ионы магния, выражающийся в виде комплекса гидроксида магния, который выпадает в осадок.

Прошедший предварительную химическую очистку рассол поступает в осветлитель. Приготовление растворов $BaCl_2$ и Na_2CO_3 в технологической воде ведется в периодическом режиме. Вода и кристаллы $BaCl_2$ и Na_2CO_3 загружаются в емкость хлорида бария и в емкость карбоната натрия, оборудованные мешалками.

Осветление рассола и обработка шлама

Сырой рассол поступает самотеком из второго реактора рассола в осветлитель рассола. При этом в рассол добавляется флокулянт, подаваемый насосом флокулянта из емкости растворения флокулянта. Приготовление раствора флокулянта ведется в периодическом режиме, попеременно в одной из двух емкостей. Флокулянт обеспечивает осаждение твердых веществ и гелей в осветлителе. Осветленный рассол поступает в существующий резервуар для подачи рассола в систему фильтрации.

Шлам, оседающий на дне осветлителя, перекачивается диафрагменным насосом шлама в емкость шлама, в которой собирается также шлам из реакторов рассола. Содержимое емкости перемешивается мешалкой для поддержания твердых веществ во взвешенном состоянии. Затем шлам подается на фильтр-пресс питательным насосом шлама. Во время фильтрации регенерированный рассол собирается в емкость фильтрата и затем насосом фильтрата с регулируемой производительностью возвращается в реакторы рассола.

Когда давление фильтрации достигает максимума, цикл фильтрации завершается, и шлам (с содержанием воды 38,0 %) выгружается ленточным конвейером в контейнер, расположенный под фильтр-прессом. Установка фильтрации имеет собственный программируемый контроллер, предназначенный для автоматизации работы установки и облегчающий работу оператора во время операций закрывания-открывания фильтра и мойки.

Система подачи рассола

Очищенный рассол из секции вторичной очистки поступает в электролизер через теплообменник рассола. Теплообменник рассола обеспечивает необходимую для электролиза температуру рассола: это означает, что в нормальном режиме работы и при пуске электролизера, он работает как подогреватель, а во время операций по отключению электролизера, он работает как холодильник.

Электролиз

Электролизер состоит из 180 отдельных элементов-"ячеек", последовательно соединенных электрически, в каждый элемент подается чистый рассол и водный раствор едкого натра. "Отдельный элемент" включает анодное и катодное пространства электродов, мембрану, фланцы и систему уплотнения. Анод сделан из титана, а катод - из никеля.

Подача на электролизер электрического тока осуществляется через трансформатор и тиристорный выпрямитель, которые обеспечивают преобразование переменного тока напряжением 35 кВ в постоянный ток напряжением 660 В. Для охлаждения трансформатора и выпрямителя используется обратная охлаждающая вода, которая собирается в емкость обратной воды, из которой вода возвращается насосом в систему обратной воды.

Чистый рассол поступает в анодное пространство, где на аноде образуется хлор. Анодное и катодное пространства разделяются мембраной, которая позволяет диффундировать в катодное пространство только ионам Na^+ и определенному количеству воды. Рассол, покидающий ячейку (анолит), содержит в среднем 220 г/л NaCl . Двухфазная смесь хлора и анолита поступает через переливную трубу в коллектор анолита, где основная часть газообразного хлора отделяется от анолита. Анолит поступает в емкость анолита, а оттуда перекачивается в секцию дехлорирования.

Горячий насыщенный водой газообразный хлор поступает в секцию обработки хлора. Водород и ионы OH^- образуются на катодах при разложении H_2O . В качестве дополнительной меры безопасности предусмотрены два гидравлических затвора: один - на линии водорода, второй - на линии хлора, чтобы обеспечить гарантированную защиту от превышения допустимого давления.

Очень надежная автоматическая последовательность процедур отключения может также активизироваться системой мониторинга отклонения напряжения электролизера. Это устройство постоянно контролирует режим функционирования электролизера. При обнаружении даже небольшого отклонения напряжения на одной из 180 ячеек электролизера процесс немедленно останавливается, что гарантирует безопасность работы всей системы электролиза.

Система каустической соды

Полученный в электролизере 32,0 % раствор NaOH , так называемый католит, поступает в емкость католита, из которой основная часть потока католита возвращается насосом на электролиз, а часть потока перекачивается дальше в секцию обработки каустической соды.

Католит возвращается на электролиз через теплообменник католита. При нормальном режиме работы и при остановке электролизера этот теплообменник регулирует температуру католита, работая как холодильник. При работе электролизера в неустановившемся режиме при пуске теплообменник работает как подогреватель. Отводимый как продукт электролиза 32,0 % раствор NaOH подается насосом католита или в емкость хранения, проходя через холодильник 32,0 % раствора NaOH , или на установку концентрирования и чешуирования каустической соды.

Раствор 32,0 % NaOH, хранящийся в емкостях, может перекачиваться в систему концентрирования каустической соды, а также в секцию аварийного поглощения хлора, обеспечивая ее свежим каустиком для абсорбции хлора.

Система концентрирования каустической соды включает двухступенчатую выпарку с двумя концентраторами (выпарными аппаратами), обеспечивающую концентрирование раствора щелочи с 32,0 % до 50,0 %, и заключительную ступень выпарки с одним концентратором, обеспечивающую получение расплава едкого натра из 50,0 % раствора щелочи. Все концентраторы этой системы являются выпарными аппаратами с падающей пленкой жидкости, в верхней части которых установлены теплообменники (рибойлеры).

Выпарной аппарат с падающей пленкой жидкости – аппарат, в котором щелочной раствор концентрируется при вихревом движении в трубках рибойлера с высокой скоростью, гарантирующей турбулентный поток у поверхности теплообмена, чем достигается высокая интенсивность теплопередачи.

Распределение щелочного раствора в трубках рибойлера имеет важное значение и обеспечивается установкой на входе в каждую трубку наконечников-распределителей, рассчитанных на компенсацию эффекта "волн" в жидкости и изменений расхода питающего потока.

Выбор сочетания двухступенчатой выпарки для получения 50,0 % раствора щелочи и заключительной одноступенчатой для получения расплава щелочи типичен, это наилучший компромисс между экономией пара, капиталовложениями и проблемами, возникающими из-за большого роста температуры кипения концентрированного каустика.

Для извлечения тепла от конденсата и концентрированного раствора каустика и охлаждения продукта до безопасной температуры предусмотрены подогреватели питающего раствора. Питающий установку концентрирования раствор щелочи может поступать как католит из электролизера, или как каустик из емкостей хранения.

Для снижения температуры кипения раствора щелочи процесс концентрирования проводится под вакуумом, создаваемым вакуум-насосом, входящим в состав оборудования установки концентрирования. Технологический конденсат установки концентрирования (вода, выпариваемая при концентрировании раствора щелочи) утилизируется внутри производства. Этот конденсат собирается и перекачивается в секцию обработки рассола, где используется для получения насыщенного рассола.

Контур щелочного раствора

Католит с регулируемым расходом подается непосредственно в верхнюю трубную решетку рибойлера концентратора второй ступени. Испарение воды происходит за счет тепла пара, поступающего с верха концентратора первой ступени и заключительного концентратора.

В верхней части концентратора второй ступени пары отделяются от раствора щелочи; раствор при этом концентрируется. Щелочной раствор откачивается из концентратора насосом и подается в подогреватель для рекуперации тепла концентрированного щелочного раствора, после чего поступает в верхнюю трубную решетку ребойлера концентратора первой ступени выпарки. Испарение избыточной воды происходит под воздействием теплоты пара и раствор щелочи достигает требуемой концентрации 50,0 % вес. Горячий щелочной раствор перекачивается насосами через подогреватель, где теплота передается потоку питающего низко концентрированного раствора.

Получаемый на установке концентрирования 50,0 % раствор каустика поступает в емкости хранения 50,0 % NaOH, через конечный холодильник, чтобы получить требуемую температуру 45 – 50 °С. Часть 50,0 %-го раствора NaOH подается насосом непосредственно из концентратора первой ступени на стадию заключительной концентрации, которая рассчитана на мощность 30 тонн твердого NaOH в день. Раствор 50,0 % NaOH, приходящий с установки концентрирования каустической соды и хранящийся в емкостях хранения 50,0 % NaOH, затем перекачивается насосом 50,0 % NaOH на точку налива щелочи в ж/д цистерны.

Стадия заключительного концентрирования

На стадии заключительного концентрирования сконцентрированный до 50,0 % весь щелочной раствор поступает в ребойлер заключительного концентратора, где он нагревается расплавленным солевым теплоносителем, поступающим из подогревателя теплоносителя. В концентраторе перегретый концентрированный щелочной раствор мгновенно вскипает, выделяя избыточный пар, после чего полученный расплав каустика самотеком поступает на узел получения твердого чешуированного каустика. Пары, выходящие из заключительного концентратора, посылаются в ребойлер концентратора второй ступени. Для улучшения качества чешуированного каустика в 50,0 % раствор каустика, поступающий на стадию заключительного концентрирования, насосом подается небольшое количество раствора сахара.

Узел чешуирования каустика

При получении чешуированного твердого каустика расплав каустика поступает в агрегат чешуирования на внешнюю поверхность вращающегося барабана, охлаждаемого изнутри водой, и стекает в поддон, расположенный под барабаном. Избыток расплава стекает по переливу в дренажную емкость, где разбавляется водой и насосом возвращается на концентрирование. Поверхность барабана агрегата чешуирования имеет спиральные желоба с шагом 20 мм, обеспечивающие фрагментацию застывающего на ней расплава каустика. Барабан вращается с регулируемой скоростью, при этом расплав, захватываемый барабаном из поддона, застывает и снимается с барабана скребками, установленными на раме устройства, в виде чешуек, которые сбрасываются в бункер под агрегатом.

Узел расфасовки чешуированного каустика

Из бункера чешуированный твердый каустик конвейером подается на узел упаковки, где он автоматически расфасовывается в полиэтиленовые мешки весом 25 кг. Мешки формируются непосредственно при расфасовке из рулонированной полиэтиленовой пленки. Затем мешки с чешуированным каустиком подаются роликовым конвейером на узел ручного пакетирования для формирования транспортных пакетов.

Контур пара и чистого конденсата

Для получения 50,0 % раствора каустика на установке концентрирования используется пар среднего давления, поступающий из паровых сетей предприятия. Пар подается в межтрубное пространство ребойлера концентратора первой ступени, где он конденсируется с отдачей теплоты щелочному раствору, текущему в трубах. Конденсат этого пара проходит подогреватель и возвращается с установки для утилизации в действующие сети предприятия для последующей утилизации.

Узел солевого теплоносителя

Для получения расплава каустика на установке концентрирования используется расплав солевого высокотемпературного теплоносителя (смесь 53,0 % KNO_3 , 37,0 % NaNO_2 , 10,0 % NaNO_3), поступающий из узла солевого теплоносителя, входящего в состав оборудования установки концентрирования.

Оборудование узла солевого теплоносителя включает в себя емкость солевого расплава, насос циркуляции солевого высокотемпературного теплоносителя и подогреватель циркулирующего солевого теплоносителя, оборудованный горелкой, в которой в качестве топлива используется мазут. Емкость солевого расплава и трубопроводы расплава оборудованы системой обогрева для плавления солевого теплоносителя при пуске оборудования в работу и предотвращения его застывания.

Подогреватель солевого теплоносителя состоит из трех секций. Горелка установлена в верхней части радиантной секции, из которой топочные газы поступают в конвекционную секцию, и далее в следующую секцию, где они подогревают воздух, подаваемый к горелке.

Мазут, используемый в подогревателе солевого теплоносителя в качестве топлива, поступает в производство в ж/д цистернах, выгружается в предусматриваемые емкости хранения топлива, откуда насосом подается в горелку подогревателя солевого теплоносителя. Подача и сжигание топлива контролируется с местного щита подогревателя солевого теплоносителя.

Особенности процессов в производстве хлора

Дехлорирование рассола и разложение хлората. Дехлорирование. Анолит (обедненный рассол), поступающий из ячеек электролизера в емкость анолита, насыщен газообразным хлором. Этот остаточный хлор, растворенный в анолите, извлекается, в основном, в секции дехлорирования.

Дехлорирование анолита осуществляется в две технологические стадии. Первая стадия – десорбция Cl_2 под вакуумом. На второй стадии оставшийся в растворе свободный хлор связывается химически. Перед поступлением в емкость анолита, анолит подкисляется в емкости смешения рассола, смешивая с подкисленным рассолом из реактора хлората.

Из емкости анолита анолит подают насосом колонну дехлорирования рассола, где основное количество хлора десорбируется под вакуумом, создаваемым вакуумной установкой. Вода из десорбированного хлора удаляется в холодильнике влажного хлора. Перед последующим химическим дехлорированием рассол (анолит) подщелачивается.

Раствор сульфита натрия, приготавливаемый в емкости сульфита натрия, подается насосом сульфита натрия во всасывающую линию насоса дехлорированного рассола.

Разложение хлората

В результате побочных электрохимических реакций в ячейках электролизера образуются хлораты. В связи с этим, для предотвращения накопления NaClO_3 в циркулирующем рассоле предусмотрен узел разложения хлоратов. Разложение хлоратов осуществляется с помощью соляной кислоты с образованием свободного хлора.

Для разложения хлората часть потока анолита подается в емкость смешивания анолита и HCl , из которой он самотеком перетекает в реактор хлората. Хлорат разлагают соляной кислотой при повышенной температуре, обеспечиваемой подачей в реактор пара. Кислый обедненный рассол после разложения хлоратов используют для подкисления анолита. Дехлорированный обедненный рассол подается в секцию насыщения рассола, выделившийся хлор поступает в коллектор хлора.

Обработка хлора

Охлаждение и осушка хлора. Горячий, насыщенный водой газообразный хлор, выходящий из ячеек электролизера с температурой $88\text{ }^\circ\text{C}$, перед сушкой, компримированием и сжижением предварительно охлаждается и фильтруется.

Хлор охлаждается в холодильнике хлора I оборотной водой до $40\text{ }^\circ\text{C}$ и затем в холодильнике хлора II захлажденной водой до $15\text{ }^\circ\text{C}$. Конденсат, образующийся в теплообменниках, направляется в систему анолита.

Давление хлора в ячейках электролизера контролируется автоматически. Если давление в ячейках чрезмерно возрастает, хлор сбрасывается на установку дехлорирования газовых выбросов (аварийного поглощения хлора). Затем охлажденный хлор проходит через фильтр влажного хлора, отделяющий водяные капли и аэрозоль NaCl . После фильтра влажный хлор поступает в колонну осушки

хлора, в которой с помощью серной кислоты хлор сушится до остаточного содержания нескольких десятков ppm. Колонна осушки состоит из насадочной секции, туннельных тарелок и капле отбойника в верхней части колонны.

Кислота циркулирует через насадочную секцию с помощью насоса циркуляции разбавленной H_2SO_4 . Выделяющаяся в процессе сушки теплота разбавления кислоты, отводится в холодильнике разбавленной H_2SO_4 , поддерживающем температуру кислоты равной $15\text{ }^{\circ}C$. Избыток кислоты, образующийся за счет абсорбции воды и добавления свежей кислоты, переливается из нижней части колонны осушки в емкость разбавленной H_2SO_4 . Разбавленная кислота затем подается в колонну дехлорирования H_2SO_4 , где растворенный хлор отдувается воздухом. Воздух, содержащий хлор, поступает в систему очистки газовых выбросов.

Дехлорированная разбавленная кислота периодически откачивается с помощью насоса разбавленной H_2SO_4 в складскую емкость разбавленной H_2SO_4 , откуда она дозировочным насосом подается на установку концентрирования H_2SO_4 . Кислота после установки концентрирования, содержащая $96,0\%$ H_2SO_4 , возвращается в емкость хранения концентрированной H_2SO_4 , а затем насосом подачи свежей кислоты подается в компрессор хлора и насосом подачи свежей серной кислоты подается в холодильник концентрированной серной кислоты.

Предусматривается возможность подачи разбавленной серной кислоты на заполнение в ж/д цистерны с помощью устройства налива серной кислоты в том случае, если установка концентрирования серной кислоты не работает.

Компримирование хлора

Сухой хлор поступает на всас жидкостно-кольцевого компрессора, в котором в качестве рабочей жидкости используется серная кислота. Сжатый хлор фильтруется в каплеуловителе для отделения аэрозоля серной кислоты. Кислота – рабочая жидкость кольца компрессора, циркулирует по замкнутому контуру: она проходит через компрессор и выходит оттуда вместе со сжатым газом, после чего отделяется от газа в сепараторе. Затем она поступает в холодильник, где охлаждается до требуемой температуры, и возвращается в компрессор. Время от времени, когда концентрация H_2SO_4 , циркулирующей в контуре компрессора хлора, становится слишком низкой или когда уровень кислоты в каплеуловителе слишком высокий, кислота сливается в секцию осушки хлора. Хотя содержание водорода в хлоре, выходящем из электролизера, очень низкое, предусматривается постоянный контроль и регистрация содержания водорода в хлоре с помощью газоанализатора, установленного на

магистральном трубопроводе хлора после компрессора. Предусмотрена сигнализация повышения содержания водорода в хлоре. Сжатый хлор подается на сжижение и установку получения соляной кислоты.

Сжижение хлора

После компримирования осушенный газообразный хлор поступает на установку сжижения хлора. Компримированный газообразный хлор поступает в трубное пространство конденсатора хлора, где охлаждается и сжижается за счет испарения хладагента - фреона в межтрубном пространстве конденсатора. Хладагент поступает в конденсатор хлора из холодильного агрегата, входящего в состав оборудования установки сжижения хлора. Из конденсатора хлора жидкий хлор с давлением примерно +3,2 бар и температурой минус 10 °С поступает в складские резервуары жидкого хлора. Абгазы конденсации хлора (несконденсировавшаяся часть хлора и неконденсирующиеся газы - преимущественно кислород, водород и CO_2), после конденсатора хлора направляются в систему абсорбции хлора или на установку HCl . Низкое содержание водорода в хлоре, получаемом в мембранном электролизере, и предусматриваемые характеристики и режим работы установки сжижения хлора обеспечивают содержание водорода в абгазах сжижения хлора на уровне существенно ниже, чем НКПВ водорода в смеси с хлором (4,0 % об.).

Для гарантированного обеспечения безопасности работы предусматривается постоянный контроль и регистрация содержания водорода в абгазах сжижения хлора с помощью установленного на трубопроводе абгазов газоанализатора.

Хранение и отгрузка хлора

Из конденсатора хлора жидкий хлор поступает в складские танки жидкого хлора, в которых он хранится под давлением, близким к давлению в конденсаторе хлора, для чего каждый резервуар соединен уравнивающей линией с конденсатором хлора. Каждый танк хлора снабжен системой контроля массы жидкого хлора в резервуаре с сигнализацией (по месту и в ЦПУ), системой контроля уровня жидкого хлора в танке (с двумя независимыми датчиками) с сигнализацией (по месту и в ЦПУ). Дублированная система контроля уровня заполнения танков, управляемая РСУ (DCS), обеспечивает надежную защиту танков хлора от переполнения. Один из танков должен всегда быть пустым на случай аварийного опорожнения одного из заполненных танков. Автоматическая система, управляемая РСУ (DCS), контролирует выполнение этого требования техники безопасности.

Боксы помещения склада жидкого хлора оборудованы автоматическими системами контроля содержания хлора в воздухе, которые обеспечивают автоматическую сигнализацию при превышении ПДК хлора и включение предусмотренной для склада жидкого хлора аварийной вентиляции, подающей отсасываемый хлор в систему аварийного поглощения хлора. Трубопроводы жидкого хлора и танков хлора тепло

изолируются для минимизации испарения жидкого хлора. Из танков хранения жидкий хлор заливают в контейнеры или баллоны, передавливая хлор сухим сжатым воздухом (воздухом передавливания), который поступает из сети предприятия.

3.5.2. Производство гипохлорита натрия

Система гипохлорита натрия

Аварийное поглощение хлора (дехлорирование газовых выбросов). Хлорсодержащие газовые выбросы очищаются от хлора путем поглощения хлора раствором едкого натра, при этом образуется гипохлорит натрия – NaClO .

Абсорбция хлора осуществляется в колонне аварийной абсорбции хлора, в нижнюю часть которой подаются хлорсодержащие газовые выбросы производства, в то время как разбавленный раствор едкого натра поступает в ее верхнюю часть и рециркулирует при помощи насоса циркуляции, охлаждаясь обратной водой в холодильнике гипохлорита. Разбавленный раствор едкого натра хранят в одной из резервных емкостей, пока в другой емкости содержание гипохлорита в циркулирующем растворе возрастает. В случае роста температуры циркулирующего раствора или превышения значения его редокс-потенциала (450 мВ), действующую емкость автоматически отключают и подключают в работу другую, содержащую свежий раствор едкого натра. Для дополнительной безопасности предусмотрена вторая абсорбционная колонна аварийного поглощения хлор, связанная с насосом аварийной циркуляции, теплообменником гипохлорита и циркуляционной емкостью, их устанавливают последовательно с первой системой абсорбции.

Предусмотрен дополнительный напорный резервуар для NaOH , используемый для подачи раствора едкого натра в колонны в течение очень короткого времени, необходимого для автоматического запуска резервного насоса в случае отказа одного из рабочих насосов, или для выхода на рабочий режим аварийного дизель-генератора при внезапном прекращении электроснабжения.

Очищенные газовые выбросы, содержащие не поглощающиеся газы, такие, как азот, кислород и диоксид углерода, выбрасываются в атмосферу с помощью вентилятора. Полученный раствор гипохлорита может быть перекачан с помощью насоса гипохлорита в резервуар некондиционного гипохлорита и оттуда подан в систему получения товарного гипохлорита натрия насосом гипохлорита для увеличения концентрации растворенного NaClO .

Основные принципы безопасности системы дехлорирования газовых выбросов:

а) установка спроектирована для нормального и аварийного режимов работы производства. В последнем случае она может в течение 15 минут абсорбировать хлор, производимый электролизом, работающим на полную мощность;

б) все хлорсодержащие газовые выбросы производства направляются в систему дехлорирования;

в) в системе дехлорирования поддерживается постоянное разрежение (давление после клапана поз. XV- 1151В= минус 15,0 мбар);

г) в случае отказа работающих насосов или вентиляторов автоматически включаются резервные;

д) система дехлорирования газовых выбросов обеспечена системой аварийного энергоснабжения. Это гарантирует безопасную работу и остановку производства в случае внезапного прекращения электроснабжения.

Получение гипохлорита натрия

Для производства товарного гипохлорита натрия используется влажный хлор, отбираемый из брызгоуловителя. Хлор абсорбируют в эжекторе разбавленным раствором едкого натра, рециркулирующим через емкость гипохлорита с помощью циркуляционного насоса через теплообменник. Готовый раствор гипохлорита натрия перекачивают при постоянном контроле уровня в емкость хранения гипохлорита, откуда насосом подачи гипохлорита подают на точку налива гипохлорита в ж/д цистерны. Во избежание нежелательного разложения гипохлорита в емкости хранения предусмотрена циркуляция раствора гипохлорита через холодильник, в который для поддержания низкой температуры подается захлажденная вода.

Обработка водорода

Водород, выходящий из ячеек электролизера, охлаждается оборотной охлаждающей водой в холодильнике водорода и далее захлажденной водой в холодильнике водорода. Затем водород поступает в фильтр-влагоуловитель влажного водорода для отделения тумана и аэрозоля щелочи, после чего водород направляется на утилизацию (на установку получения HCl). В случае отсутствия потребления водорода его избыток автоматически сбрасывается в атмосферу через свечу водорода, снабженную огнепреградителем. В случае повышения давления в электролизере водород также сбрасывается через свечу водорода. Для обеспечения дополнительной защиты в случае повышения давления в коллекторе водорода предусмотрен гидравлический затвор, установленный около емкости католита.

Получение соляной кислоты

Установка получения соляной кислоты состоит из горелки, встроенной в абсорбер с падающей пленкой и скрубберной колонны. Установка получения соляной кислоты оборудована огнепреградителем. Хлор и водород подаются в горелку, которая состоит из двух концентрических труб. Хлор проходит через внутреннюю трубу, а водород – сквозь кольцо между внутренней и наружной трубами горелки. Газы смешиваются в горелке и экзотермически реагируют с получением газообразного HCl. Водород подается в постоянном избытке 5,0 - 15,0 % по отношению к стехиометрическому балансу (автоматический контроль соотношения Cl_2/H_2) для обеспечения того, чтобы получаемый продукт и отводимый газ не содержали свободного хлора. В случае аварии

подающие линии перекрываются с помощью автоматических устройств безопасности и продуваются азотом.

Газообразный HCl, полученный в горелке, после охлаждения в камере сгорания абсорбируется в пленочном абсорбере водой в виде слабой кислоты, выходящей из хвостового скруббера. Газ с остаточным содержанием HCl из абсорбера поступает в низ хвостового скруббера. Он проходит через скруббер в противоток воде, которая подается в верхнюю часть скруббера. Полученная соляная кислота выходит из абсорбера с падающей пленкой в сборник HCl, затем насосом 35,0 % HCl подается потребителям внутри производства или на склад соляной кислоты в емкости хранения соляной кислоты и далее на точку налива в ж/д цистерны. Абгазы из емкостей соляной кислоты поступают в колонну промывки, где очищаются водой, подаваемой насосом промывочной воды из емкости промывочной воды.

Системы энергетических сред. Установка получения деминерализованной воды

Сырая вода, которая фильтруется для удаления взвешенных частиц, подается в катионитные и анионитные колонны, затем вода проходит доочистку в ионообменных колоннах со смешанным слоем. Эта установка работает автоматически под управлением программируемого логического контроллера (PLC). Катионитные колонны регенерируются разбавленным раствором HCl, а анионитные колонны регенерируются разбавленным раствором NaOH. Получаемая на установке деминерализованная вода собирается в емкости хранения деминерализованной воды и затем подается с помощью насоса деминерализованной воды в распределительное кольцо, где давление поддерживается постоянным при различном потреблении воды, необходимым производству в различное время. Стоки от регенерации ионообменных смол установки собираются в емкости стоков промывки и возвращаются в систему рассола с помощью насоса подачи стоков промывки.

Установка получения захлажденной воды

Захлажденная вода получается в холодильнике установки захлажденной воды, где обратная захлажденная вода охлаждается за счет испарения хладагента, поступающего от холодильного агрегата. Пары хладагента отсасываются холодильным компрессором, после компрессора пары хладагента сжижаются в конденсаторе с использованием оборотной охлаждающей воды, далее сконденсированный хладагент направляется обратно в холодильник установки захлажденной воды. Из холодильника захлажденная вода поступает в емкость захлажденной воды, откуда насосом захлажденной воды подается имеющимся на производстве потребителям захлажденной воды. На подпитку системы захлажденной воды в емкость подается деминерализованная вода от распределительного коллектора.

Установка получения оборотной воды

Установка получения оборотной охлаждающей воды состоит из двух вентиляторных градирен. Градирня состоит из серии независимых секций, строительные конструкции градирни выполнены из железобетона.

Обратная оборотная вода, поступающая из производства, равномерно распределяется по всей охлаждающей поверхности с помощью распределительной системы. Охлаждающий воздух всасывается вентиляторами, установленными в верхней части градирен. Охлажденная вода собирается в чаше градирни. Из нее охлажденная вода насосами прямой оборотной охлаждающей воды подается в производство потребителям.

Предусмотрена химическая обработка оборотной охлаждающей воды, включающая :

поддержание значений рН и проводимости в области максимальной эффективности действия антикоррозионных агентов и ингибиторов образования отложений;

предотвращение образования отложений за счет добавления химикатов, абсорбирующих гидрокарбонаты и соединения кальция, не содержащие углерод;

введение специального химиката, предотвращающего процесс образования биологических веществ, которые могут стать причиной закупорки или загрязнения.

Предусмотрена автоматическая продувка системы оборотной воды в целях поддержания постоянной удельной проводимости воды.

3.5.3. Установка получения азота

Предусматриваемая в составе производства установка получения азота предназначена для обеспечения производства сжатым азотом.

Наружный атмосферный воздух всасывается через фильтр компрессором, сжимается и после тщательной очистки фильтрованный воздух поступает в мембранный блок, где из воздуха выделяется азот. Сжатый азот подается в производство потребителям через ресивер азота, обеспечивающий пиковое потребление азота, имеющее место при остановке производства.

3.5.4. Участок ингибирования соляной кислоты

Предназначен для получения и хранения синтетической соляной кислоты с помощью добавления в соляную кислоту реагента - ингибитора кислотной коррозии. Ингибитор доставляется на предприятие в бочках заводской упаковки и затем перекачивается в расходную емкость с соляной кислотой. После дозировки ингибитора в нужном количестве готовый продукт – ингибированная соляная кислота подается ж/д транспортом на сливо-наливную эстакаду для отгрузки потребителям.

Выбросы загрязняющих веществ производятся через системы вытяжной вентиляции. Для работы мазутной горелки подогревателя теплоносителя установки концентрирования и чешуирования каустической соды используется мазут (при максимальной производительности установки чешуирования каустика), количество используемого мазута составляет – 1489,2 тонн/год.

3.5.5. Выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух

На предприятии существует практика внедрения системы управления газоочистными сооружениями с возможностью их совершенствования и модернизации, автоматизированного управления, повышения эффективности очистки, основанная на анализе результатов контроля качества выбросов вредных веществ в атмосферный воздух. Образующиеся отходящие газы, содержащие хлорсодержащие соединения, обрабатывают с применением технологических подходов, обеспечивающих извлечение веществ, содержащихся в отходящих газах, с последующим их возвращением в исходный технологический процесс или использованием в другом процессе в качестве сырья или энергоносителя, или их удаление в качестве загрязняющих веществ. За счет использования более современного оборудования одновременно снижаются и негативные воздействия на окружающую среду.

Технологические процессы, как источники выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух:

хранение и обработке твердых веществ (выбросы пыли при подготовке соли для процесса электролиза);

подготовка и обработка рассола (выбросы хлора и углекислого газ);

Диоксид углерода либо выходит из рассола и выбрасывается в атмосферу, либо выводится в абсорбционную установку для хлора, в зависимости от присутствия хлора в рассоле. Концентрация карбоната (водорода) ожидается более низкой при рециркуляции обедненного рассола и его пресыщении твердыми солями. Так как хлор является опасным газом, утечки из электролитических ячеек предотвращаются. Хлорсодержащие газовые выбросы очищаются от хлора путем поглощения хлора раствором едкого натра, при этом образуется гипохлорит натрия - NaClO . Очищенные газовые выбросы, содержащие не поглощающиеся газы, такие, как азот, кислород и диоксид углерода, выбрасываются в атмосферу с помощью вентилятора.

переработке, хранении и обработка хлора (газообразные выбросов двуокиси углерода и хлора и его соединений хлора);

обработка водорода (сброс на свечу водорода в случае повышения давления в электролизере, а также сброс избыточного водорода через свечу в атмосферный воздух, после установки улавливания жидкости охлажденного водорода, выходящего из ячеек электролизера ячеек);

изменение режима эксплуатации предприятия (планово-предупредительные или ремонтные работы, возможные аварийные ситуации и происшествия).

Выбросы маркерных загрязняющих веществ представлены в таблице 3.78 и рисунке 3.45.

Таблица .. Выбросы маркерных загрязняющих веществ АО "КазАзот"

№ п/п	Наименование загрязняющего вещества	Минимальная концентрация, мг/Нм ³	Максимальная концентрация, мг/Нм ³

1	2	3	4
1	Азота (IV) диоксид (Азота диоксид)	0,000	1,12
2	Аммиак	0,0001	21,733
3	Аммоний нитрат (Аммиачная селитра)	0,004	0,881



Рисунок .. Выбросы маркерных загрязняющих веществ, мг/Нм³

Таблица .. Выбросы загрязняющих веществ

№ п/п	Наименование веществ	Единицы измерения и нормы	
		мг/м ³	тонн/год
1	2	3	4
1	Диоксид азота	20 - 21	0,09
2	Аммиак	20 - 160	205
3	Пыль АС	260 - 500	524
4	Пыль брусита	0,2 - 0,24	2,6

Нормативы выбросов загрязняющих веществ в атмосферу на 2015 - 2019 годы приведены в таблице 3.80.

Таблица .. Нормативы выбросов загрязняющих веществ в атмосферу для АО "Каустик" на 2015 - 2019 годы

№ п/п	Код и наименование загрязняющего вещества	Источник	Нормативы выбросов загрязняющих веществ на 2015 - 2019, тонн/г
-------	---	----------	--

1	2	3	4
		Организованные источники: Покраска контейнеров и баллонов в камере Полигон. Бытовая печь	0,2515

1	0008 Взвешенные частицы PM10	Дымовая труба Передвижной источник. Бытовые печи	
		Неорганизованные источники: Мастерские и вспомогательные цеха	0,089303
		Всего по предприятию	0,340803
2	0150 Натрия гидроксид	Организованные источники: Помещение хранения щелочи Склад хранения чешуированного каустика Лаборатория	1,67731
		Неорганизованные источники: Карная	0,000307
		Всего по предприятию	1,6776208
3	0152 Хлорид натрия	Организованные источники: Хранилище отмытой соли Зона промывки соли Хранилище сырой соли	0,04599
		Неорганизованные источники: Прирельсовая разгрузочная площадка	0,102816
		Всего по предприятию	0,148815
4	0301 Азота диоксид	Организованные источники: Отделение плавки и волокнообразования. Электродуговая печь; Отделение концентрирования щелочи. Мазутная горелка; Отделение плавки и волокнообразования. Топка; Цех №5. Сварочный пост ; Полигон. Бытовая печь; Дымовая труба; Передвижной источник. Бытовые печи	4,77410

		Неорганизованные источники: Цех №5. Сварочные аппараты передвижные; Передвижные посты газовой резки	0,04276
		Всего по предприятию	4,816866
5	0304 Азота оксид	Организованные источники: Отделение плавки и волокнообразования. Электродуговая печь; Полигон. Бытовая печь; Дымовая труба; Передвижной источник. Бытовые печи	0,148381
		Неорганизованные источники	-
		Всего по предприятию	0,148381
6	0316 Гидрохлорид	Организованные источники: Помещение концентрирования щелочи и получения соляной кислоты; Лаборатория; Цех производства хлора и каустической соды. Отделение получения соляной кислоты. Колонна промывки кислоты	1,648519
		Неорганизованные источники	-
		Всего по предприятию	1,648519
7	0330 Серы диоксид	Организованные источники: Отделение концентрирования щелочи. Мазутная горелка; Отделение плавки и волокнообразования. Топка; Полигон. Бытовая печь; Передвижной источник. Бытовые печи; Цех №11. Гуммирование цистерн	22,334473

		Неорганизованные источники	-
		Всего по предприятию	22,334473
8	0333 Сероводород	Организованные источники: Мазутохранилище	0,0006
		Неорганизованные источники: Склад дизтоплива	0,000005
		Всего по предприятию	0,000605
9	0337 Углерода оксид	Организованные источники: Отделение плавки и волокнообразования. Электродуговая печь; Отделение концентрирования щелочи. Мазутная горелка; Муфельная печь; Отделение плавки и волокнообразования. Топка; Цех №5. Сварочный пост ; Полигон. Бытовая печь; Дымовая труба; Передвижной источник. Бытовые печи; Цех №11. Гуммирование цистерн	70,4673
		Неорганизованные источники Цех №5. Сварочные аппараты передвижные; Передвижные посты газовой сварки	0,0533
		Всего по предприятию	70,5206288
		Организованные источники: Помещение электролиза; Помещение очистки и перекачки хлора; Помещение с отсеками хранения жидкого хлора в танках; Отделение осушки хлора и системы поглощения хлора;	

10	0349 Хлор	Помещение нейтрализации; Помещение ВВН; Помещение танковых отсеков; Помещение подготовки контейнеров и баллонов; Помещение приготовления ГПХ и белизны; Участок розлива хлора в мелкую тару. Санитарные колонны; Участок розлива хлора в мелкую тару. Хлоратор; Цех производства хлора и каустической соды. Отделение аварийной абсорбации хлора. Поглонительная колонна.	1,51640
		Неорганизованные источники	-
		Всего по предприятию	1,516405

3.5.6. Сбросы загрязняющих веществ в воду и ОС

Технологические процессы, как источники сбросов загрязняющих веществ со сточными водами:

хранение и обработка твердых веществ (попадание загрязняющих веществ в сточные воды, путем возможного просачивания дождевых вод и последующим их сбросом со сточными водами).

подготовка и обработка рассола (все образующие технологические сточные воды утилизируются путем возвращения в производственный цикл):

очистка рассола с использованием системы рециркуляции рассола;

(обратная) промывочная вода первичной очистки рассола;

(обратная) промывочная вода вторичной очистки рассола;

(обратная) промывочная вода ионообменных смол от деминерализации воды;

вода из конденсаторов при охлаждении хлора;

разбавленная серная кислота при сушке хлора;

вода из конденсаторов при охлаждении водородом;

вода из конденсаторов при испарении каустической соды;

вода при очистке оборудования;

переработке, хранении и обработка хлора.

Конденсат, образующийся после охлаждения хлора, используется в системе анолита
 . Оставшийся водяной пар удаляется путем очистки хлорного газа концентрированной

серной кислотой. Отработанная серная кислота перерабатывается или направляется в емкость хранения концентрированной серной кислоты.

Обработка водорода.

Водород, образующийся в ходе всех электролитических процессов, содержит небольшое количество водяного пара, гидроксида натрия и соли, которые удаляются посредством охлаждения и перерабатываются или обрабатываются другими потоками сточных вод и в последующем возвращаются на утилизацию в производственный цикл.

Изменение режима эксплуатации предприятия (планово-предупредительные или ремонтные работы, возможные аварийные ситуации и происшествия).

Образующиеся в процессе производства сточные воды, прошедшие очистку, а также сточные воды, образующиеся от вспомогательных производств, необходимых для эксплуатации основного технологического оборудования, которые также подвергаются, очистке отводятся в накопитель-испаритель промышленных стоков замкнутого типа, из которого не осуществляется забор воды на орошение и с которого не происходит дальнейший сброс сточных вод. Так как приемник накопитель не является естественным водоемом, то можно сказать, что сброс сточных вод непосредственно в водные объекты не происходит.

Таблица .. Нормативы предельно-допустимых сбросов (ПДС) загрязняющих веществ поступающих со сточными водами АО "Каустик" в накопитель "Былкылдак" на 2015 - 2017 годы

№ п/п	Наименование показателя	Лимиты сбросов, тонн/год, загрязняющих веществ на 2015 - 2017 гг.		
		Расход сточных вод, м ³ /год	Допустимая концентрация на выпуске, мг/дм ³	Сброс, тонн/год
1	2	3	4	5
1	Взвешенные вещества	291,4	94,63	27,575
2	Нефтепродукты		0,008	0,0023
3	Хлориды		385,45	112,3201
4	Сульфаты		152,88	44,5492
5	Аммоний солевой		1,8	0,5245
6	биохимическое потребление кислорода (БПК)		4	0,1656
7	химическое потребление кислорода (ХПК)		12	3,4968
8	СПАВ		0,11	0,0321
9	Нитраты (по NO ₃)		1,6	0,4662
10	Нитриты (по NO ₂)		0,11	0,0321

11	Полифосфаты		0,1	0,0291
12	Железообщ.		0,11	0,0321
13	Итого	-	-	190,2252

В таблице 3.82 представлены показатели качества подземных вод в районе накопителя, полученные на основании мониторинговых данных.

Таблица .. Показатели качества подземных вод (данные мониторинговых данных 2012 – 2014 гг.)

№ п/п	Наименование показателя	Ед. измерения	Значение
1	2	3	4
1	Минерализация	г/дм ³	0,4 - 12
2	Сухой остаток	мг/дм ³	3729,5 - 11334,5

В таблице 3.83 представлена допустимая концентрация загрязняющих веществ в сточных водах, отводимых на накопитель.

Таблица .. Концентрация загрязняющих веществ в сточных водах

№ п/п	Наименование загрязняющего вещества	Концентрация на выпуске, мг/дм ³ (в соответствии с проектом ПДВ)	Примечание
-------	-------------------------------------	---	------------

1	2	3	4
1	Хлориды	379,4	Система очистки состоит из механической и биологической очистки с нитрификацией и денитрификацией, доочисткой с реагентным удалением фосфора и обеззараживанием.
2	Сульфаты	136,8	
3	Полифосфаты	0,073	
4	Взвешенные вещества	90,70	
5	Нефтепродукты	0,0055	
6	Азот нитратный	1,33	
7	Азот нитритный	0,081	
8	Аммоний солевой	1,47	
9	Железо общее	0,092	
10	СПАВ	0,026	
11	ХПК	10,1	
12	БПК	3,22	

Таблица .. Нормы образования жидких отходов производства на 1 тонну аммиачной селитры

№ п/п	Наименование отходов, характеристика, состав, аппарат или стадия образования	Направление использования, метод очистки или уничтожения	Ед. изм.	Нормы
1	2	3	4	5

1	Конденсат сокового пара (КСП) на 1т. ГП	Используется в производстве аммиачной селитры	тонн	1,02
2	Конденсат греющего пара (КГП) на 1тготового продукта	Используется в цехе в производстве удобрения и для подачи на сальники насосов 28ПРЦ, центробежных насосов. Используется в цехе САК для получения пара	тонн	0,42

В производстве аммиачной селитры образованные конденсат сокового и греющего пара используются в производстве ПСМУ.

Сточные воды производства СМУ

При производстве аммиачной селитры образуются следующие сбросы:

1) конденсат греющего пара образуется после использования пара на теплоиспользующих установках. Со станции накопления конденсата откачивается в цех САК и частично используется на собственные нужды.

2) конденсат сокового пара образуется после охлаждения отходящих газов с аммонизаторов и выпарных аппаратов, с последующем использованием в производстве

3) техническая вода подается из сети технического водопровода, используется для охлаждения сальников насосов.

4) морская вода подается на охлаждение холодильников сокового пара, обратным потоком поступает в цех ТВС для сброса в морской бассейн (нормативно-чистые стоки).

5) грунтовые воды собираются в приемке элеваторов с последующим использованием в производстве.

6) дренажные воды образуются при промывках оборудования и профилактических работах на узле газопылеочистки. Собираются по производству в дренажных лотках с последующем использованием в производстве.

Таблица .. Количество стоков по видам сбросов

№ п/п	Наименование стока , отделение, аппарат	Куда сбрасывается	Количество стоков, м ³ /сут	Периодичность сброса
1	2	3	4	5
1	Конденсат греющего пара с теплоиспользующих установок производства	В сборник конденсата греющего пара	0,42 тонн на 1 тонну готового продукта	постоянно

2	Конденсат сокового пара, с конденсаторов	В сборник конденсата сокового пара	1,02 тонн на 1 тонну готового продукта	постоянно
---	--	------------------------------------	--	-----------

3.5.7. Отходы производства

Технологические процессы, как источники образования отходов производства: хранение и обработка твердых веществ (при промывке сырой соли образуется суспензия шлама);

подготовка и обработка рассола.

Шлам, образующийся при фильтрации и очистке рассола зависит от частоты используемой соли. Осажденные во время очистки рассола соли удаляются в фильтрующем блоке или осветлителе. Осадок состоит в основном из карбоната кальция и гидроксида магния, а в некоторых случаях и сульфата бария. Осадок можно отфильтровать и утилизировать как твердые отходы или периодически удалять путем промывки слабым раствором соляной кислоты. Кислота приводит к растворению осадка (за исключением сульфата бария и ртути), а относительно безвредный раствор можно сбрасывать с жидкими стоками. Данные о количестве отходов, образующихся в процессе фильтрации рассола представлены в таблице 3.86.

Производства хлора и каустической соды (антрацит с примесями, отработанные аноды и катоды, отходы фильтрующей ткани, пластмассовые отходы мембран, отходы теплоносителя солевого, бумажные отходы, отходы ионообменных смол).

Объемы образования отходов производства представлены в таблице 3.86.

Таблица .. Объемы образования отходов производства

№ п/п	Наименование отхода	Метод очистки, повторного использования	Объем образования, тонн	Уровень опасности
1	2	3	4	5
1	Суспензия шлама от промывки соли	Захоронение на полигоне	12342	Зеленый
2	Шлам от фильтрации рассола	Захоронение на полигоне	39,6	Зеленый
3	Шлам от очистки рассола	Захоронение на полигоне	990	Зеленый
4	Отходы фильтрующей ткани	Захоронение на полигоне	0,25756	Зеленый
5	Отработанный активированный уголь	Захоронение на полигоне	17	Зеленый
6	Отходы солевого теплоносителя	Захоронение на полигоне	2	Зеленый
7	Пластмассовые отходы (мембраны)	Захоронение на полигоне	0,225	Зеленый

8	Бумажные отходы (мешки из-под реагентов)	Захоронение на полигоне	129,357	Зеленый
9	Отходы металлов и металлических сплавов (анод и катода)	Захоронение на полигоне	7,2	Зеленый
10	Отходы ионообменных смол	Захоронение на полигоне	3,2	Янтарный

Таблица .. Места размещения отходов производства и потребления на АО "Каустик

№ п/п	Наименование отхода	Мероприятия
1	2	3
1	Текстильные отходы (промасленная ветошь)	Захоронение на полигоне ТПО АО "Каустик"
2	Отходы и лом черных металлов	Сдача на утилизацию в специализированную организацию
3	Лампы ртутные отработанные	ТОО "Резон"
4	Отходы металлов и металлических сплавов (аноды, катода)	Возврат изготовителю для повторного использования
5	Отработанный активированный уголь (антрацит)	Захоронение на полигоне ТПО АО "Каустик"
6	Шлам от очистки рассола	Захоронение на полигоне ТПО АО "Каустик"
7	Твердые бытовые отходы (коммунальные)	Захоронение на полигоне ТПО АО "Каустик"
8	Отходы солевого теплоносителя	Захоронение на полигоне ТПО АО "Каустик"
9	Суспензия шлама от промывки соли	Водоем-накопитель Былкылдак
10	Строительные отходы	Захоронение на полигоне ТПО АО "Каустик"
11	Пластмассовые отходы (мембраны)	Захоронение на полигоне ТПО АО "Каустик"
12	Бумажные отходы (мешки из-под реагентов)	Захоронение на полигоне ТПО АО "Каустик"
13	Отходы фильтрующей ткани	Захоронение на полигоне ТПО АО "Каустик"
14	Отходы приготовления и использования лакокрасочных материалов	Захоронение на полигоне ТПО АО "Каустик"
15	Отходы ионообменных смол	Захоронение на полигоне ТПО АО "Каустик"
16	Шлам от фильтрации рассола	Захоронение на полигоне ТПО АО "Каустик"

17	Уловленная пыль	Захоронение на полигоне ТПО АО "Каустик"
18	Отходы резинотехнических изделий	Захоронение на полигоне ТПО АО "Каустик"
19	Изнюшенныe пневматические шины	Используются для благоустройства территории и как стабилизирующий материал
20	Отработанные батареи свинцовых аккумуляторов	Утилизация специализированной организацией
21	Отработанные масла	Использование для технологических нужд
22	Древесные отходы	Реализация населению
23	Пластмассовые отходы (картириджи)	Захоронение на полигоне ТПО АО "Каустик"
24	Отходы кремнезема	Используется для подсыпки дорог и дамб
25	Промасленная ветошь	Захоронение на полигоне ТПО АО "Каустик"

Таблица .. Нормативы образования отходов АО "Каустик" на 2011 год "янтарного" списка

№ п/п	Класс отходов	Нормативы, тонн/год			Фактическое образование отходов, тонн/год		
		2011	2012	2013	2011	2012	2013
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Отходы из янтарного списка	11,3496	43,6067	43,6067	2	27,651	-
2	Отходы из зеленого списка	3571,2504	13721,2933	13721,2933	12,491	8343,028	-
	Итого	3582,6	13764,9	13764,9	14,491	8370,679	-

Таблица .. Перечень, уровень безопасности и объем предельного образования отходов производства и потребления АО "Каустик" на 2011 – 2015 гг.

№ п/п	Наименование отходов	Уровень опасности	Объем предельного образования, т
1	2	3	5
1	Остатки содержащие металлы и металлические соединения	янтарный	0,3
2	Отработанные ртутьсодержащие лампы	янтарный	0,11
3	Отработанные батареи свинцовых аккумуляторов	янтарный	0,6423
4	Отработанные масла	янтарный	0,5563
5	Медицинские отходы	янтарный	0,035

6	Отходы приготовления и использования лакокрасочных материалов (ЛКМ)	янтарный	0,625
7	Отходы ионообменных смол	янтарный	3,2
8	Шлам от фильтрации рассола	янтарный	39,6
9	Уловленная пыль	янтарный	0,145
10	Отходы и лом черных металлов	зеленый	2,08
11	Отходы металлов и металлических сплавов (аноды, катоды)	зеленый	7,2
12	Отходы кремнезема (отсев)	зеленый	740,0
13	Отработанный активированный уголь	зеленый	17,0
14	Шлам от очистки рассола	зеленый	990,0
15	Отходы солевого теплоносителя	зеленый	2,0
16	Суспензия шлама от промывки соли	зеленый	12342,0
17	Строительные отходы	зеленый	106,415
18	Пластмассовые отходы (оргтехника)	зеленый	0,19
19	Пластмассовые отходы (мембраны)	зеленый	0,225
20	Бумажные отходы	зеленый	129,357
21	Текстильные отходы	зеленый	0,85288
22	Отходы фильтрующей ткани	зеленый	0,25756
23	Отходы резинотехнических изделий	зеленый	0,36
24	Изношенные пневматические шины	зеленый	0,395
25	Древесные отходы	зеленый	137,6
26	Твердые бытовые отходы (ТБО)	зеленый	215,55
	Всего		14736,6961

Основными отходами являются шламы от промывки рассола.

Таблица .. Источники и объемы образования отходов, тонн/год

Наименование отхода	Завод о-упр	Производство	Участок	Цех производства	Ремонтно-	Цех паротепло-	Цех элект	Газоспаса-т	Авто-транс	Центр ализо-ванный			
---------------------	-------------	--------------	---------	------------------	-----------	----------------	-----------	-------------	------------	--------------------	--	--	--

	зеленый)												-	
7	Текстильные отходы (зеленый)	-	0.0062	-	0.0083	0.278	0.15	0.04	0.096	0.05	-	-	-	-
8	Отходы фильтрующей ткани (зеленый)	-	0.2576	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	Твердые бытовые отходы (зеленый)	20.75	96.21	22.73	15.67	4.01	5.4	5.4	2	7.5	6.74	0.09	0.36	2.59
10	Отходы приготовления и использования ЛКМ (янтарный)	-	0.525	-	-	-	0.05	0.05	-	-	-	-	-	-
11	Отходы ионообменных смол (янтарный)	-	3.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	Уловленная пыль	-	0.025	0.025	0.038	0.022	-	-	-	-	-	-	-	-

1	2	3	4
1	Получаемый продукт	Гипохлорит натрия/ Cl ₂ + NaOH	Гипохлорит натрия/ Cl ₂ + NaOH
2	Разделение продуктов электролиза	Диафрагма	Мембрана
3	Плотность тока, не более	1,8 кА/м ²	3,5 кА/м ² (до 7 кА/м ²)
4	Расход электроэнергии на производство 1 кг Cl ₂	2,5 - 2,6 кВтч	2,4 кВтч (6 поколение) 2,035 кВтч при плотности тока 6 кА/м ²)
5	Расход NaCl на производство 1 кг Cl ₂	2,5 - 3 кг	1,7 - 2,1 кг
6	Концентрация NaOH	12 - 15 %	32 %
7	Содержание NaCl в растворе NaOH не более	100 г/л	Менее 20 ppm
8	Допустимая концентрация рабочего солевого раствора	200 - 300 г/л	300 - 320 г/л
9	Общая характеристика	Простота и надежность конструкции, эффективность, синтетическая диафрагма, возможность восстановить 100 % эффективность диафрагмы при загрязнении, долговечность диафрагмы	Более высокая эффективность, высокая концентрация и чистота каустической соды, более низкое потребление соли и электроэнергии, по сравнению с диафрагмой

Получение мембранной щелочи требует значительно меньших удельных энергетических затрат, чем для щелочи, полученной с применением ртутного или диафрагменного электролиза, что видно из таблицы 3.92, в которой приведены основные энергетические показатели различных способов получения каустической соды. Однако для реализации намерений по вводу в эксплуатацию новых мембранных производств необходимы очень большие капитальные затраты с длительными сроками окупаемости, составляющими порядка 15 лет.

Таблица .. Основные энергетические показатели различных способов получения каустической соды

№ п/п	Наименование показателей	Способ получения		
		Ртутный	Диафрагменный	Мембранный
1	2	3	4	5
1	Расход электроэнергии на 1 тонн 100 % NaOH, кВтч/т	3000 - 3200	2400 - 2750	2320 - 2600
2	Гкал/т	0,8 - 1,5*	2,3 - 3,5 (1,5 - 1,7)**	0,64 - 0,93

	Расход пара на 1 тонну 100 % NaOH	тонн/тонн	1,14 - 2,15*	3,3 - 5,0 (2,14 - 2,43)**	0,45 - 0,65
3	Массовая доля NaOH в электролитической щелочи, %		46 - 50	10 - 12	30 - 32

* С учетом затрат пара на получение твердой соли.

** На установках, предлагаемых ЗАО НПП "Машпром".

Сода каустическая (едкий натр, NaOH), выпускаемая в Казахстане соответствует ГОСТ 2263. Выпускается продукт марки РМ в водном растворе с содержанием основного вещества 50 %, твердая чешуируванная ТМ с содержанием основного вещества 98,8 %.

Мембранный метод считается наиболее перспективным. В основе лежит разделение катода и анода мембраной, которая пропускает только ионы натрия. Плюсы метода в значительной простоте процесса получения, по сравнению с диафрагменным методом. Так же этот метод значительно снижает энергозатраты – на 25 % по сравнению с ртутным методом и на 15 % с диафрагменным. Мембранный электролиз обеспечивает получение наиболее чистого каустика. Способ основан на свойстве мембраны пропускать одни соединения и задерживать другие. Процесс отличается простотой аппаратного оформления, легко поддается автоматизации, практически не имеет сточных вод и газообразных выбросов.

Получаемые на установке, раствор едкого натра, газообразные хлор и водород используются далее для получения жидкого хлора, концентрированного раствора щелочи (50 %), твердой чешуируванной щелочи (каустика), товарного раствора гипохлорита натрия и соляной кислоты.

Подача на электролизер электрического тока осуществляется через трансформатор и тиристорный выпрямитель, которые обеспечивают преобразование переменного тока напряжением 35 кВ в постоянный ток напряжением 660 В. Для охлаждения трансформатора и выпрямителя используется обратная охлаждающая вода, которая собирается в емкость оборотной воды, из которой вода возвращается насосом в систему оборотной воды.

Полученный в электролизере 32,0 % раствор NaOH, так называемый католит, поступает в емкость католита, из которой основная часть потока католита возвращается насосом на электролиз, а часть потока перекачивается дальше в секцию обработки каустической соды.

Система концентрирования каустической соды включает двухступенчатую выпарку с двумя концентраторами (выпарными аппаратами), обеспечивающую концентрирование раствора щелочи с 32,0 % до 50,0 %, и заключительную ступень выпарки с одним концентратором, обеспечивающую получение расплава едкого натра

из 50,0 % раствора щелочи. Все концентраторы этой системы являются выпарными аппаратами с падающей пленкой жидкости, в верхней части которых установлены теплообменники (рибойлеры).

Выпарной аппарат с падающей пленкой жидкости –аппарат, в котором щелочной раствор концентрируется при вихревом движении в трубках рибойлера с высокой скоростью, гарантирующей турбулентный поток у поверхности теплообмена, чем достигается высокая интенсивность теплопередачи.

Выбор сочетания двухступенчатой выпарки для получения 50,0 % раствора щелочи и заключительной одноступенчатой для получения расплава щелочи типичен, это наилучший компромисс между экономией пара, капиталовложениями и проблемами, возникающими из-за большого роста температуры кипения концентрированного каустика.

Для извлечения тепла от конденсата и концентрированного раствора каустика и охлаждения продукта до безопасной температуры предусмотрены подогреватели питающего раствора. Питающий установку концентрирования раствор щелочи может поступать как католит из электролизера, или как каустик из емкостей хранения.

Для снижения температуры кипения раствора щелочи процесс концентрирования проводится под вакуумом, создаваемым вакуум-насосом, входящим в состав оборудования установки концентрирования. Технологический конденсат установки концентрирования (вода, выпариваемая при концентрировании раствора щелочи) утилизируется внутри производства. Этот конденсат собирается и перекачивается в секцию обработки рассола, где используется для получения насыщенного рассола.

Получаемый на установке концентрирования 50,0 % раствор каустика поступает в емкости хранения 50,0 % NaOH, через конечный холодильник, чтобы получить требуемую температуру 45 – 50 °С. Часть 50,0 %-го раствора NaOH подается насосом непосредственно из концентратора первой ступени на стадию заключительной концентрации, которая рассчитана на мощность 30 тонн твердого NaOH в день. Раствор 50,0 % NaOH, приходящий с установки концентрирования каустической соды и хранящийся в емкостях хранения 50,0 % NaOH, затем перекачивается насосом 50,0 % NaOH на точку налива щелочи в ж/д цистерны.

Для получения 50,0 % раствора каустика на установке концентрирования используется пар среднего давления, поступающий из паровых сетей предприятия. Пар подается в межтрубное пространство рибойлера концентратора первой ступени, где он конденсируется с отдачей теплоты щелочному раствору, текущему в трубах. Конденсат этого пара проходит подогреватель и возвращается с установки для утилизации в действующие сети предприятия для последующей утилизации.

Для получения расплава каустика на установке концентрирования используется расплав солевого высокотемпературного теплоносителя (смесь 53,0 % KNO_3 , 37,0 %

NaNO₂, 10,0 % NaNO₃), поступающий из узла солевого теплоносителя, входящего в состав оборудования установки концентрирования.

Оборудование узла солевого теплоносителя включает в себя емкость солевого расплава, насос циркуляции солевого высокотемпературного теплоносителя и подогреватель циркулирующего солевого теплоносителя, оборудованный горелкой, в которой в качестве топлива используется мазут. Емкость солевого расплава и трубопроводы расплава оборудованы системой обогрева для плавления солевого теплоносителя при пуске оборудования в работу и предотвращения его застывания.

Подогреватель солевого теплоносителя состоит из трех секций. Горелка установлена в верхней части радиантной секции, из которой топочные газы поступают в конвекционную секцию, и далее в следующую секцию, где они подогревают воздух, подаваемый к горелке.

Мазут, используемый в подогревателе солевого теплоносителя в качестве топлива, поступает в производство в ж/д цистернах, выгружается в предусматриваемые емкости хранения топлива, откуда насосом подается в горелку подогревателя солевого теплоносителя. Подача и сжигание топлива контролируется с местного щита подогревателя солевого теплоносителя.

Производство хлор щелочной продукции в 2019 году и потребление энергоресурсов представлено в таблице 3.93.

Таблица .. Объемы производства продукции и потребление энергоресурсов

№ п/п	Наименование	Единица измерения	2019
1	2	3	4
1	Объем производства продукции (услуг, работ)	тыс. тг.	8 169 935
2	Производство продукции в натуральном выражении		
2.1	Сода каустическая 50 % в том числе сода каустическая чешуированная 100 %	тонн	26 836
2.2	Хлор	тонн	23 596
2.3	Кислота соляная (техническая и ингибированная)	тонн	64 407
2.4	Гипохлорит натрия	тонн	3 781
3	Потребление энергоресурсов	тыс. т.у.т.	22,31
		тыс. тг.	1823581,92
4	Энергоемкость производства продукции	т.у.т./тыс. тг.	0,00273
	Доля платы за энергоресурсы в		

№ п/п	производство, тип компрессора	Год ввода в эксплуатацию	Количество	Производительность, м ³ /мин	Давление, МПа	Мощность электропривода, кВт	электроэнергии кВтч/1000 м ³	я (воздушная, водяная)
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	22K001A Garo ASM 350	2011	2	7692	0,45	200	0,75	Воздушная
2	64K001 SINERGIA	2011	1	17781	1	41,8	1,67	Воздушная
3	23K001HordenCompressors WRVH163 - 18036	2011	1	2,95	2	178	3,34	Воздушная
4	205 ВП 20/18	1972	2	20	1,76	200	2,93	Водяная
5	5С5 ГП 20/18	1981	1	13	1,76	132	2,93	Водяная
6	ЗГП 13/18	1985	2	13	1,76	132	2,93	Водяная
7	2ГП4 15/25	1991	1	15	2,35	160	3,92	Водяная
8	2РК 1,5/220	1972	1	1,5	21,6	40	35,95	Водяная
9	GR- 200	2013	2	23	1,9	200	3,17	Водяная

Электроэнергия не производится на предприятии, а закупается. Потребление электроэнергии в 2019 году представлено в таблице 3.97.

Таблица .. Потребление электроэнергии по направлениям использования

№ п/п	Направление использования	Суммарное потребление, МВтч
1	2	3
1	Технологическое оборудование	20 901,448
2	Насосы	17593,244
3	Вентиляционное оборудование	1734,071
4	Подъемно-транспортное оборудование	1178,494
5	Компрессоры	31145,935
6	Сварочное оборудование	1851,92
7	Холодильное оборудование	5303,227
8	Освещение	1843,503
Итого: производственный расход		81551,843
9	Потери эксплуатационные	2626,36
Итого: суммарный расход		84878,203

Тепло также получается со стороны. В процессе производства потребляется как пар, так и горячая вода, часть горячей воды используется на отопление и вентиляцию зданий и сооружений. Из общего количества тепла 71 409 Гкал в 2019 году 40 355,709

Гкал были использованы в технологическом процессе. Котельно-печное топливо используется в аппарате для расплава солей BVD/S 1500/10 (температура расплава 420 С).

3.6. Производство хромовых соединений

Предприятие АО "АЗХС" относится к объектам, оказывающим значительное негативное воздействие на окружающую среду.

Все соединения хрома токсичны. Основными источниками хрома и его соединений в атмосферу являются выбросы предприятий, где добывают, получают, перерабатывают и применяют хром и его соединения. Токсичность соединения хрома находится в прямой зависимости от его валентности: наиболее ядовиты соединения хрома (VI), высокотоксичные соединения хрома (III), металлических хром и его соединения (II) – менее токсичны. Основным экологическим аспектом предприятия является выброс загрязняющих веществ в атмосферу.

В технологии используется прямой процессный обогрев, топливом является природный газ. Основные организованные источники выбросов загрязняющих веществ в атмосферу оснащены газопылеулавливающими установками.

Всего источников выбросов по предприятию – 196, из них организованных 150. Источники выбросов – технологическая аппаратура (дробилки, сушилки сырья, мельницы сухого помола, прокаточные печи, холодильные барабаны, мельницы мокрого помола, транспортные средства шихты, сушилки шлама, вакуум-фильтры, печи, сушилки, центрифуги, сепараторы, вакуум-фильтры, баковая аппаратура). От источников выбросов предприятия в целом атмосферный воздух загрязняется загрязняющими веществами 50 – наименований и 9 группам суммации. Выбросы SO_2 , Cr^{+3} , Cr^{+6} и неорганической пыли с содержанием кремния менее 20, 20 - 70, а также более 70 процентов обозначены как маркерные вещества, остальные - не значимы. Используемое пылегазоочистное оборудование с КПД очистки от 76 % до 99 % - электрофильтры ТС 6, электрофильтры ЭГА, рукавные фильтры, циклоны, скруббера. Электрофильтры типа ЭГА установлены взамен ТС 6 в 2017 - 2019г.г., продолжается замена.

Анализ представленных данных по существующим выбросам загрязняющих веществ в атмосферный воздух на предприятиях, относящихся к приоритетным областям применения НДТ, позволяет сделать следующие выводы. На предприятии существует практика внедрения системы управления газоочистными сооружениями с возможностью их совершенствования и модернизации, автоматизированного управления, повышения эффективности очистки, основанная на анализе результатов контроля качества выбросов вредных веществ в атмосферный воздух. Образующиеся отходящие газы обрабатывают с применением технологических подходов, обеспечивающих извлечение веществ, содержащихся в отходящих газах, с

последующим их возвращением в исходный технологический процесс или использованием в другом процессе в качестве сырья или энергоносителя, или их удаление в качестве загрязняющих веществ. За счет использования более современного оборудования одновременно снижаются и негативные воздействия на окружающую среду. Выбор технологических подходов, методов, мер и мероприятий, направленных на очистку выбросов от вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух, определяется составом и особенностями конкретных областей применения НДТ, рассмотренных ниже.

На предприятии ведется модернизация системы очистки отходящих газов:

на сушилках шлама (5 шт.) взамен системы мокрой очистки (скруббер) установлены электрофильтры, что значительно снизило выбросы (до 50 %), улучшило условия труда, сокращены затраты на ремонт и чистку оборудования.

В 2019 году произведена замена 3 электрофильтров типа ЭГА взамен ТС 6 (установлены с момента запуска производств), 1 введен в эксплуатацию, 2 шт. установлены, но не введены в эксплуатацию по причине простоя основного оборудования.

Выбросы пыли неорганической, содержащей двуокись кремния в %: менее 20 при производстве монокромата натрия и оксида хрома металлургического связаны с устаревшим пылегазоочистным оборудованием. На сегодняшний день ведется его поэтапная замена на современное и более эффективное.

Высокая концентрация серы диоксида при производстве сульфата хрома связана с технологией производства. На настоящий момент предприятие ведет работу по ее снижению.

Производство оксида хрома пигментного- 2 было введено в 2019 году, что позволило выпускать продукции с наименьшим количеством технологических переделов. Разница в концентрации загрязняющих веществ при производстве оксида хрома пигментного 1 и оксида хрома пигментного 2 связана с различным технологическим процессом и, соответственно, различным исходным сырьем. В первом случае метод производства основан на термическом разложении хромового ангидрида с последующим выщелачиванием спека, отмывкой продукта от водорастворимых солей и сушкой. Во втором - процесс основан на реакции образования гидратированной окиси хрома из монокромата натрия и серы.

Схема технологических потоков АО "АЗХС" приведена на рисунке 3.46.

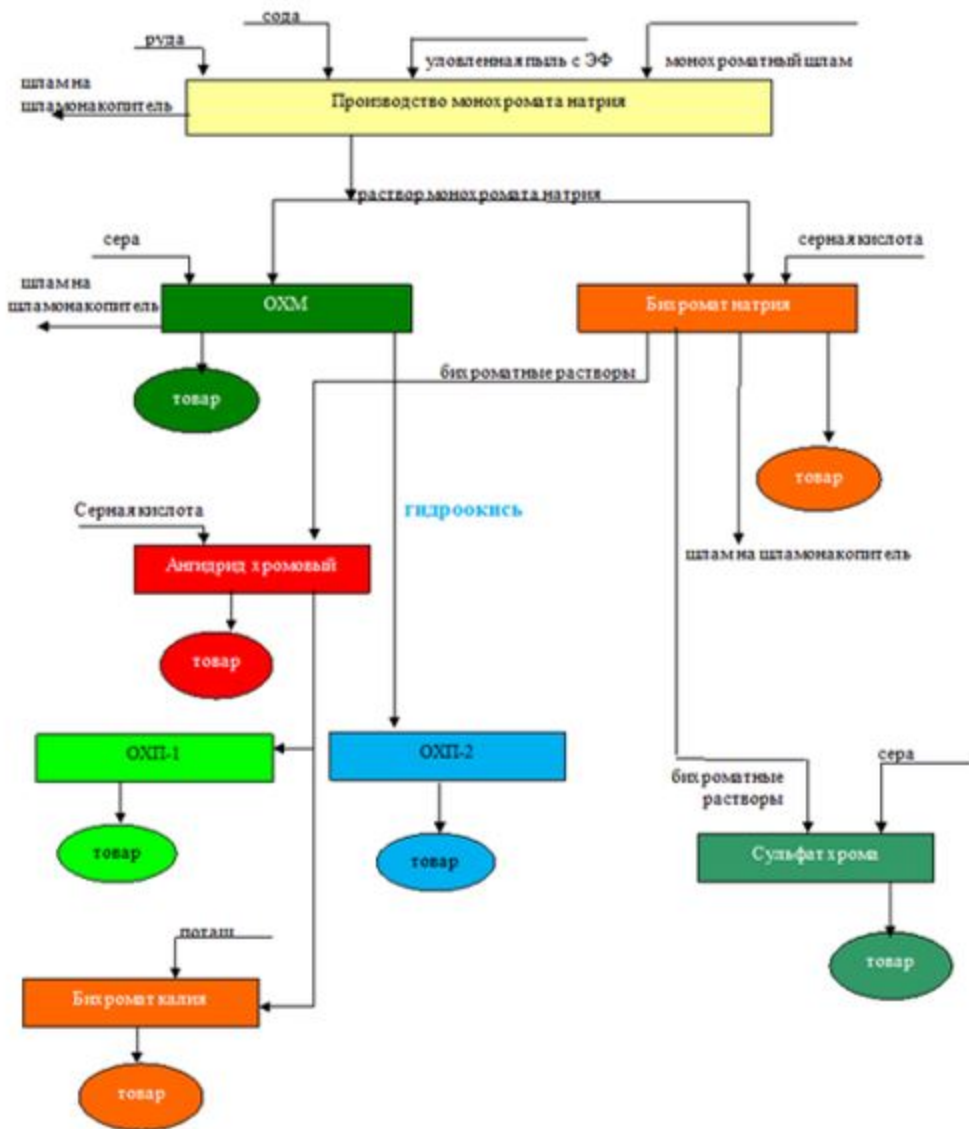


Рисунок .. Схема технологических потоков АО "АЗХС"

3.6.1. Производство монокромата натрия - полупродукт

3.6.1.1. Описание технологического процесса производства монокромата натрия - полупродукт

Производство монокромата натрия - непрерывный пирометаллургический процесс [85]. Существует две технологии производства монокромата натрия: классическая с использованием доломита и известняка и бездоломитная с использованием кальцинированной соли. Производство монокромата натрия в Казахстане осуществляется в настоящее время по малоотходной (бездоломитной) технологии.

Основные технологические этапы:

- склад руды и соды, подготовка сырья;
- приготовление шихты;
- окислительный обжиг шихты;
- выщелачивание спека;

сушка шлама.

Хромитовая руда поступает на цеховой склад в полувагонах или на платформах. Пройдя через дробилку, хромит наклонным транспортером подается в барабанную сушилку. Сушка осуществляется дымовыми газами, полученными при сжигании природного газа в топке сушилки. Дымовые газы протягиваются через хромитовую сушилку дымососом Д- 12, затем очищаются в циклоне и электроfiltре и выбрасываются в атмосферу.

Из бункера лотковым питателем хромит подается в трубную мельницу хромита для тонкого помола, далее подается в бункер молотого хромита на станцию шихтоподготовки.

Сода кальцинированная в цех поступает в специальных содовозах. Сода из вагонов выгружается на складе соды, затем при помощи транспортера подается на пересыпную станцию, откуда поступает в бункер-накопитель шихтостанций.

Молотый хромит, сода, обратная пыль, уловленная в электро- и рукавных фильтрах, и сушеный шлам из бункеров сырья на станции шихтоподготовки шнековыми питателями подаются на весы, затем системой: шнек–смеситель–элеватор–смеситель–транспортер–шнек готовая шихта подается в расходные бункера шихты, после чего через загрузочную точку попадает в печь на окислительную прокалку.

Окислительный обжиг хромитовой шихты проводят во вращающихся барабанных печах при температуре 1100 - 1300 °С. Печь обогревается дымовыми газами, полученными при сжигании природного газа. За прокалочными печами (диаметр 3 м, длина 44 м) установлены котлы-утилизаторы типа КУ- 50. На печном конвейере № 5 установлен более мощный котел типа КУ- 60. Отходящие газы направляются через котел утилизатор на очистку в электроfiltры. Дымовые газы после очистки в котле-утилизаторе и электроfiltрах через санитарную трубу выбрасываются в атмосферу, а уловленная пыль системой шнек-элеватор транспортируется в бункер пыли.

Охлажденный спек из прокалочной печи поступает в холодильный барабан, который охлаждается водой (технической, обратной). Нагретая вода направляется в пруд "Южный" для охлаждения и последующего повторного использования в технологическом процессе. Из холодильного барабана спек поступает в мельницы мокрого помола, туда же поступает фильтрат (слабый раствор монохромата), где происходят выщелачивание и одновременно размол спека. После чего пульпа подается на вакуум-filtры типа БОУ- 40 в три стадии с промежуточной репульпацией шлама (на третьей стадии применяют вакуум-filtры типа БОК- 10), после чего раствор монохромата натрия направляется в товарные цеха, а шлам в отделение сушки шлама.

В барабанной сушилке осуществляется сушка шлама - 76 % от общего количества образованного шлама на одну тонну выпущенного монохромата натрия или -2,356

тонн. Теплоносителем являются топочные газы, получаемые при сжигании природного газа в выносной топке. Температура топочных газов на входе в сушилку 600 – 700 С, на выходе – 200 – 230 С.

Через разгрузочную головку высушенный шлам подается в элеватор, затем системой ленточных транспортеров транспортируется в бункера шихтостанции для последующего использования в технологическом процессе. Дымовые газы протягиваются через сушилку дымососом Д- 12 и поступают в систему пылеулавливания. Очистка от пыли происходит в две стадии в батарее циклонов, и в мокрых скрубберах, затем через дымовую трубу газы выбрасываются в атмосферу.

Оставшиеся 24 % шлама дополнительно фильтруются, после чего автотранспортом транспортируются на шламонакопители, осветленная вода направляется для охлаждения в пруд "Южный", после охлаждения повторно используется в технологическом процессе. Количество повторно используемого шлама регламентируется физико-химическими процессами, необходимыми для максимально возможного извлечения хрома из хромитовой руды, и составляет 76 % от образованного количества шлама. Объем образования шлама 3,1 тонн на 1 тонну монохромата натрия).

Вспомогательные этапы:

транспортировка монохроматного шлама на шламонакопители автотранспортом;
отопление инфракрасными излучателями в производстве монохромата натрия;
ремонтные работы в производстве монохромата натрия.

3.6.1.2. Выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух при производстве монохромата натрия

Технологические процессы, являющиеся источником выбросов загрязняющих веществ в окружающую среду при производстве монохромата натрия:

подготовка сырьевых материалов;

приготовление шихты;

окислительный обжиг шихты;

выщелачивание спека;

фильтрация шламовой пульпы.

очистка монохромата натрия от примесей, сушка шлама, в частности:

запыленные газы из прокалочных печей;

газовоздушная смесь из сушилок хромита;

запыленный воздух из мельниц сухого помола хромита;

запыленный воздух с автовесов, шнеков и элеваторов шихтостанций;

паровоздушная смесь из мельниц мокрого помола, холодильных барабанов, из-под зонтов вакуум-фильтров, из баковой аппаратуры;

запыленный воздух из дробилок хромита;

газопылевая смесь из сушилки шлама, а также выбросы, связанные с транспортировкой и хранением обезвоженного монокроматного шлама в места складирования (шламонакопители).

В таблице 3.98 представлены выбросы маркерных загрязняющих веществ при производстве монокромата натрия.

Таблица .. Выбросы маркерных загрязняющих веществ при производстве монокромата натрия

№ п/п	Наименование энергоносителя	Единица измерения		Потребленное количество в год
		Мин.	Макс.	
1	2	3	4	5
1	Cr(6+)	0,0166	0,0211	Оценка отходящих газов с использованием "сухих" методов очистки
2	Cr(3+)	0,0829	0,1316	
3	SiO ₂ <20 %	1,9301	2,1838	

3.6.2. Производство бихромата натрия – продукт, полупродукт

3.6.2.1. Описание технологического процесса производства бихромата натрия - полупродукт

Метод производства бихромата натрия основан на реакции перевода монокромата натрия в бихромат натрия серной кислотой, выделении примесей при концентрировании выпариванием бихроматного раствора и свойств бихромата кристаллизоваться из насыщенных растворов в безводной форме.

Основные технологические этапы:

перевод монокромата натрия в бихромат натрия серной кислотой;

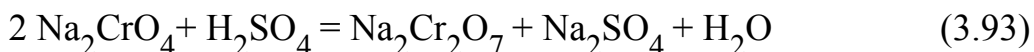
упаривание, центрифугирование сульфата натрия, фильтрация концентрированных бихроматных растворов;

центрифугирование бихроматных растворов.

Монокроматные растворы из производства монокромата натрия и бихроматные растворы после бисульфатной травки из производства хромового ангидрида поступают в буферные баки, соединенные между собой переливными линиями по принципу каскада.

"Травка" монокроматных растворов (дотравка бихроматных растворов из производства хромового ангидрида) производится серной кислотой с целью перевода монокромата натрия в бихромат натрия. "Травка" производится в специальных цилиндрических аппаратах с мешалкой. Серная кислота с кислотохранилища завода закачивается насосом в приемный бак кислоты.

Непосредственно после травки при необходимости производится окисление (осветление) хромии-хроматов гипохлоритом.



Травленные бихроматные растворы насосом откачиваются в баки-питатели I-ой стадии выпаривания. Выпаривание бихроматных растворов ведется с целью отделения от растворов небольших количеств сульфата натрия и хлорида натрия, растворимость которых в концентрированных растворах бихромата резко уменьшается. Процесс выделения сульфата приходится проводить в две стадии, что определяется физическими свойствами получающихся при выпаривании суспензий – большой вязкостью, быстрой кристаллизацией и затвердеванием в аппаратах, трубопроводах.

Выпаривание бихроматных растворов ведется с целью отделения от растворов сульфата натрия и хлорида натрия. Процесс выделения проводится в две стадии.

Растворы, подлежащие выпариванию, подаются в работающие в режиме прямотока 3-х корпусные вакуум-выпарные установки (батареи). Каждый корпус батарей стандартный, выпарной аппарат состоит из сепаратора, кипятильника и циркуляционного осевого насоса. Греющий пар под давлением подается в греющую камеру I-го корпуса вакуум-выпарной батареи, конденсат собирается в сборники "чистого" конденсата, откуда откачивается насосом. Выпаренные растворы насосом из бака-питателя подаются в I-ый корпус вакуум-выпарной батареи, затем по соединительным линиям перетекают во 2-ой и 3-й корпуса.

Из вакуум-выпарной установки щелока самотеком сливаются в сборник выпаренных растворов, а далее откачиваются в питатели центрифуг. Отделение сульфата натрия от бихроматно-сульфатных растворов производится на центрифугах типа ФГН- 2001 с автоматическим включением операций. Выпаренные растворы I-ой стадии поступают из питателя в центрифуги самотеком, фугат накапливается в специальном баке, оттуда насосом откачивается в питатель батарей II-ой стадии выпаривания.

Сульфат натрия, оставшийся на роторе центрифуги, промывается "грязным" конденсатом с целью максимальной отмытки CrO_3 из сульфата натрия. Промытый и отжатый в роторе центрифуги сульфат натрия выгружается из центрифуги в скребковый транспортер, далее – в автомашины. Автомашинами шлам сульфата натрия транспортируется на шламонакопитель № 2. Объем образования и размещения шлама сульфата натрия составляет 0,72 тонны на 1 тонну бихромата натрия.

На второй стадии выпаривания содержание CrO_3 в растворе повышается и почти весь сульфат натрия выпадает в осадок. Выпаривание производится в двухкорпусных батареях, работающих по принципу противотока.

Растворы из питателя самотеком поступают в вакуумный корпус, а затем насосом перекачиваются в I-й корпус, откуда под давлением выдавливаются в вакуум-охладители. Выпаренные бихроматные растворы периодически выдавливаются

в вакуум-испаритель, растворы частично выпариваются, накапливаются в баках-сборниках, затем насосом откачиваются в питатели вакуум-фильтров, где дополнительно охлаждаются до температуры 80 С.

После выпаривания бихроматные растворы охлаждаются, фильтруются.

Охлажденные крепкие растворы отфильтровываются на барабанных вакуум-фильтрах типа БОК- 10 и сливаются в баки сборники фильтрата, оттуда насосами откачиваются на производство хромового ангидрида и в отделение кристаллизации в питатели выпарных аппаратов ВНЦ- 7. Осадок на вакуум-фильтрах отдувается паром и репульпируется в баках бихроматными растворами из питателя I-ой стадии выпаривания. Пульпа из репульпаторов откачивается насосом вместе со щелоками после I-ой стадии выпаривания на центрифугирование сульфата натрия.

После фильтрации растворы откачиваются в производство хромового ангидрида и в отделение кристаллизации. Отфильтрованные крепкие растворы вакуум-выпарного отделения поступают самотеком в бак и питатели центрифуг, оттуда самотеком поступают в выпарные аппараты ВНЦ- 7. Растворы в аппаратах ВНЦ- 7 выпариваются до необходимой суспензии. Далее бихромат натрия выкристаллизовывается в виде кристаллов безводного бихромата натрия. Кристаллы бихромата натрия отделяются от маточных растворов на центрифугах за счет центробежной силы. Суспензия в центрифугу подается непрерывно. Маточные растворы (фугат) из центрифуги собираются и выкачиваются в вакуум-выпарное отделение или используются для приготовления бихроматных растворов при производстве сульфата хрома.

Одновременно подается небольшое количество конденсата на отмывку кристаллов от примесей. Кристаллы бихромата натрия поступательным движением малого ротора центрифуги сбрасываются в шнеки и скребковым транспортером подаются в воздушно-механический сепаратор, где они отделяются от пыли и разделяются по фракциям на вибросите. Кристаллы, прошедшие сквозь сито, накапливаются в бункерах-накопителях, из которых они путем дозирования расфасовываются в различные виды тары.

Вспомогательные этапы:

транспортировка шлама сульфата натрия на шламонакопители автотранспортом;
ремонтные работы в производстве бихромата натрия.

3.6.2.2. Выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух при производстве бихромата натрия

Выбросы загрязняющих веществ в окружающую среду при производстве бихромата натрия:

водяные пары, содержащие соединения шестивалентного хрома, из баковой аппаратуры;

водяной пар, содержащий соединения шестивалентного хрома, из баков сборников 2-й стадии и вакуум-фильтров;

газовоздушная смесь, содержащая пыль бихромата натрия из камер расфасовки и бункера биг-бегов;

паровоздушная смесь, содержащая пары воды, из баков травочников;

паровоздушная смесь, содержащая CrO₃, от расфасовки, центрифуг;

паровоздушная смесь, содержащая CrO₃, от центрифуг, скребковых транспортеров сульфата натрия.

А также выбросы, связанные с транспортировкой и хранением обезвоженного шлама сульфата натрия в места складирования (шламонакопители).

В таблице 3.99 представлены выбросы маркерных загрязняющих веществ при производстве бихромата натрия.

Таблица .. Выбросы маркерных загрязняющих веществ при производстве бихромата натрия

№ п/п	Наименование маркерного ЗВ	Удельные выбросы маркерных веществ, кг/тонн продукции		Примечание
		Мин.	Макс.	
1	2	3	4	5
1	Cr (6+)	0,0072	0,0109	Очитка отходящих газов с использованием "мокрых" методов очистки

3.6.3. Производство оксида хрома металлургического

3.6.3.1. Описание технологического процесса производства оксида хрома металлургического

Технологическая схема производства окиси хрома металлургической представляет собой единый технологический поток на основе общепринятых металлургических процессов[85].

Основные технологические этапы:

восстановление монохромата натрия серой;

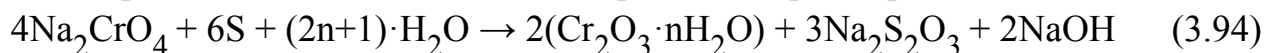
первая стадия фильтрации;

прокалка гидроксида хрома;

вторая фильтрация, сушка и фасовка, маркировка оксида хрома металлургического.

Раствор монохромата натрия поступает в приемный бак из производства монохромата натрия. Монохроматные щелока самотеком поступают в реакторы для их подтравки с целью их отчистки от примесей. После подтравки растворы откачиваются на фильтр-пресс для очистки, после сливаются в баки. Сера поступает на завод в твердом виде в железнодорожных вагонах, из которых выгружается в заглубленный прирельсовый склад серы и далее транспортируется в силоса серы. Из силосов транспортером сера подается в расходный бункер, откуда поступает через питатель на автовесы. Из автовесов сера подается в шаровую мельницу, туда же добавляется

монокроматные щелока. Из шаровой мельницы серная суспензия самотеком поступает в бак-суспензиатор. Полученную суспензию откачивают непрерывно в автоклав, где протекает реакция восстановления монокромата натрия серой.



Продукция реакции непрерывно из автоклава перекачивается в баки гидратированной окиси хрома. С целью рационального использования избыточной серы пульпу обрабатывают фильтратом 1-й фильтрации окиси хрома или монокроматными щелоками. Лишний фильтрат 1-й фильтрации окиси хрома подается на фильтр-пресс.

Обработанная пульпа гидроокиси хрома подвергается 2-стадийной фильтрации на барабанных вакуум-фильтрах. При этом серосодержащие соединения отмываются, а полученный фильтрат используется для орошения системы пылеулавливания прокалочных печей. С вакуум-фильтров 2-й фильтрации пульпа поступает в бак-смеситель, куда одновременно подаются хромихроматы. При смешивании хромихроматов с гидроокисью хрома адсорбированная щелочь нейтрализуется.

Прокалочная печь обогревается топочными газами от сжигания природного газа. В прокалочной печи при температуре 1200 - 1400 °С происходят полное обезвоживание гидроокиси хрома, разложение хромихроматов и перевод адсорбированной щелочи в хромат натрия. Из печи пыль уносится с дымовыми газами, ее улавливают в полых скрубберах.

Спек, выходящий из прокалочной печи и содержащий оксид хрома, хромат натрия и сульфат натрия, поступает в выщелачиватель, предварительно заполненный фильтратом. Полученная пульпа подается в напорный бак и далее подвергается 2-кратной фильтрации на барабанных вакуум-фильтрах, откуда паста оксида хрома подается в барабанную сушилку с внутренним обогревом (обогревается газами от сгорания природного газа), где охлаждается за счет съема тепла через стенки трубы охлаждаемой водой из оборотного цикла. Паровоздушная смесь, образующаяся в сушилке, протягивается дымососом через скруббера, орошаемые конденсатом. Далее оксид хрома направляется на фасовку оксида хрома в контейнер.

Вспомогательные этапы:

отопление инфракрасными излучателями в производстве оксида хрома металлургического;

ремонтные работы в производстве оксида хрома металлургического.

3.6.3.2. Выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух при производстве хрома металлургического

Выбросы загрязняющих веществ в окружающую среду при производстве хрома металлургического:

дымовые пылесодержащие газы из прокалочных печей, сушилок окиси хрома;

газо-воздушные смеси от технологических аппаратов;

пылесодержащие смеси из расходных бункеров, установок фасовки окиси хрома.

В таблице 3.100 представлены маркерные выбросы загрязняющих веществ при производстве хрома металлургического.

Таблица .. Выбросы маркерных загрязняющих веществ при производстве оксида хрома металлургического

№ п/п	Наименование маркерного ЗВ	Удельные выбросы маркерных веществ, кг/тонн продукции		Примечание
		Мин.	Макс.	
1	2	3	4	5
1	Cr(6+)	0,0151	0,0192	Использование "мокрых" способов очистки
2	Cr(3+)	0,7868	0,9869	
3	SiO ₂ <20 %	2,5393	2,7945	

3.6.4. Производство бихромата калия

3.6.4.1. Описание технологического процесса производства бихромата калия

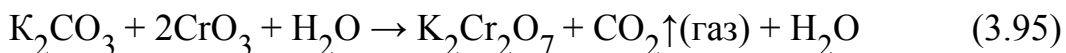
Метод производства основан на нейтрализации растворов углекислого калия кристаллическим ангидридом с последующей политермической кристаллизацией растворов бихромата калия, отделением бихромата калия, его сушкой и фасовкой [85].

Основные технологические этапы:

подготовка и кристаллизация растворов;

сушка и фасовка бихромата калия.

Хромовый ангидрид поступает из производства хромового ангидрида в стальных барабанах весом 100 кг, хранится на цеховом закрытом складе. Поташ поступает в пропитанных битумом бумажных мешках весом 50 кг. Со склада хромовый ангидрид и поташ в контейнерах или в специальных погрузочных корзинах электрокарой, а затем тельфером подаются на площадку перед загрузочным бункером реактора. Хромовый ангидрид и поташ смешиваются в реакторе, где раствор калия углекислого нейтрализуется твердым хромовым ангидридом.



Полученный раствор бихромата калия после очистки на фильтр-прессе направляется в баковые кристаллизаторы периодического действия с водяной рубашкой, где происходит политермическая кристаллизация бихромата калия.

Полученная суспензия кристаллов бихромата калия разделяется на центрифуге периодического действия. Кристаллы после центрифуги сушатся и упаковываются в качестве товарного продукта, а фильтрат направляется в реактор-нейтрализатор для приготовления растворов бихромата калия.

Влажные кристаллы подаются в сушилку, где происходит сушка, нагретым воздухом. Нагревание происходит в паровом калорифере и подается в сушилку вентилятором. Высушенный бихромат калия через вибросито поступает в

бункер-накопитель сухого бихромата, а отсеянный бихромат калия отправляется на растворение в реактор-нейтрализатор. Отходящие газы из сушилки бихромата калия и баковой аппаратуры проходят очистку в скрубберах и каплеуловителях.

После стадии сушки готовый продукт шнеком подается на фасовку готового продукта.

Вспомогательные этапы:

нанесения маркировки на упаковку бихромата калия.

3.6.4.2. Выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух при производстве бихромата калия

Выбросы загрязняющих веществ при производстве бихромата калия - отходящие газы из сушилки бихромата калия и баковой аппаратуры.

В таблице 3.101 представлены выбросы маркерных загрязняющих веществ при производстве бихромата калия.

Таблица .. Выбросы маркерных загрязняющих веществ при производстве бихромата калия

№ п/п	Наименование маркерного ЗВ	Удельные выбросы маркерных веществ, кг/тонн продукции		Примечание
		Мин.	Макс.	
1	2	3	4	5
1	Cr (6+)	0,0664	0,1125	Очитка отходящих газов с использованием "мокрых" методов очистки
2	SiO ₂ <20 %	1,0319	1,4348	

3.6.5. Производство сульфата хрома

3.6.5.1. Описание технологического процесса производства сульфата хрома

Производство основано на восстановлении шестивалентного хрома бихромата натрия до трехвалентного с помощью сернистого газа, образующегося при сжигании серы [85].

Основные технологические этапы:

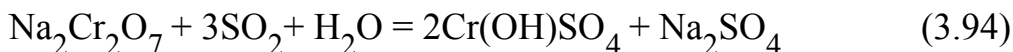
получение сернистого газа;

восстановление бихроматных растворов сернистым газом;

сушка и фасовка сульфата хрома.

Раствор бихромата натрия транспортируется из производства бихромата натрия и закачивается в приемный бак.

Расплавленная сера из цистерн сливается в емкости и далее направляется в печь сжигания серы, откуда сернистый газ поступает в колонну, где происходит насыщение сернистого газа бихроматными растворами.



Процесс насыщения бихроматного раствора сернистым газом в баке ведется до полного восстановления шестивалентного хрома. Затем полученный раствор основного сульфата хрома упаривается до достижения необходимой концентрации и направляется в сушилку дубителя.

Сушка осуществляется топочными газами, полученными при сжигании природного газа в топке сушилки. Высушенный сульфат поступает в расходный бункер расфасовочного конвейера.

Вспомогательные этапы:

ремонтные работы и маркировка в производстве сульфата хрома;

отопление газовыми излучателями в производстве сульфата хрома.

3.6.5.2. Выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух при производстве сульфата хрома

В таблице 3.102 представлены выбросы маркерных загрязняющих веществ при производстве сульфата хрома.

Таблица .. Выбросы маркерных загрязняющих веществ при производстве сульфата хрома

№ п/п	Наименование маркерного ЗВ	Удельные выбросы маркерных веществ, кг/тонн продукции		Примечание
		Мин.	Макс.	
1	2	3	4	5
1	Cr (3+)	0,0286	0,1540	Очитка отходящих газов с использованием "мокрых" методов очистки
2	SiO ₂ <20 %	0,7431	1,2861	

Таблица .. Образование сернистого газа для производства сульфата хрома

№ п/п	Наименование	Концентрация, мг/Нм ³		Примечание
		Мин.	Макс.	
1	2	3	4	5
1	SO ₂	839	243	Использование "мокрых" способов очистки отходящих газов

Примечание: сернистый газ является компонентом для технологического процесса производства сульфата хрома.

3.6.6. Производство ангидрида хромового

3.6.6.1. Описание технологического процесса производства ангидрида хромового

Производство ангидрида хромового осуществляется непрерывным способом в реакторах вращающегося типа с непосредственным разогревом реагентов с

выделением тепла при сгорании природного газа. Хромовый ангидрид получают методом выплавки. Метод заключается в разложении бихромата натрия серной кислотой при температуре 210 С [85].

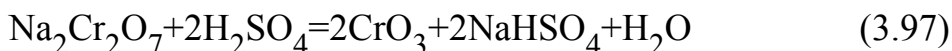
Основные технологические этапы:

подготовка сырьевых материалов хромового ангидрида;

плавка;

чешуирование и фасовка хромового ангидрида.

Дозировка кислоты и бихромата натрия осуществляется автоматически в заданном соотношении. Раствор бихромата натрия с необходимой концентрацией поступает в приемные баки из производства бихромата натрия, далее на упаривание в бак упарки, откуда пневмодозаторы подаются в смеситель, туда же подается серная кислота.



Смесь кислоты и бихромата натрия по титановой течке поступает в реактор, который представляет собой стальной вращающийся цилиндр длиной 16 метров, диаметром 1,6 метра, разогретый до определенной температуры.

Подогрев реакционной массы осуществляется топочными газами, полученными в результате сжигания природного газа в топке реактора. Процесс образования хромового ангидрида протекает еще в смесителе, затем реакционная смесь, состоящая из так называемого "сырого" ангидрида, бисульфата натрия, воды и представляющая собой вязкую, "творожистую", хорошо подвижную массу, поступает в реактор.

Бисульфат натрия переливается с уровня отверстия с противоположной стороны отстойника и по вертикальной течке поступает в автотравочник. Далее хромовый ангидрид по желобу направляется в гранулятор, состоящий из двух валков-барабанов, между которыми имеется промежуточный неподвижный вал, обеспечивающий хорошую плотность узла в месте слива жидкого ангидрида. Гранулятор заключен в стальной кожух и оснащен системой вытяжки.

Расплав хромового ангидрида сливается в место сопряжения валков гранулятора, растекается по ним, застывая в виде чешуи толщиной около 1 мм. Застывшая чешуя очень легко отслаивается от гладкой металлической поверхности валков гранулятора, и достигнув противоположной стороны вала, под действием собственного веса ссыпается в шнек для транспортировки его в двухвалковую дробилку. В дробилке продукт измельчается и поступает в разгрузочный бункер фасовочного узла.

При грануляции, дроблении и фасовке хромового ангидрида образуется пыль красного цвета. Очистку газов производят в установке, которая состоит из орошаемого скруббера, каплеуловителя, дымососов Д- 12 и Д- 8. Последний работает на вытяжку из фасовочной камеры.

Монохроматные щелока поступают в приемный бак из цеха по производству монохромата натрия завода. Раствор гипохлорита натрия готовится в цехе.

В производстве хромового ангидрида в окружающую среду выбрасываются: дымовые газы от реакторов хромового ангидрида, вентиляционные выбросы от технологических аппаратов.

Отходящие газы с реакторов, с фасовочных камер и каскадов травки и хромихроматов перед выбросом в атмосферу проходят очистку в полых скрубберах – РПН, ловушках, которые орошаются монокроматными щелочами. Все сливы со скрубберов поступают обратно в баки орошения и далее в технологический процесс.

Вспомогательные этапы:

ремонтные работы и маркировка готовой продукции хромового ангидрида;
отопление газовыми излучателями в производстве хромового ангидрида.

3.6.6.2. Выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух при производстве хромового ангидрида

В производстве хромового ангидрида в окружающую среду выбрасываются: дымовые газы от реакторов хромового ангидрида, вентиляционные выбросы от технологических аппаратов.

В таблице 3.104 представлены выбросы маркерных загрязняющих веществ при производстве ангидрида хромового.

Таблица .. Выбросы маркерных загрязняющих веществ при производстве ангидрида хромового

№ п/п	Наименование маркерного ЗВ	Удельные выбросы маркерных веществ, кг/тонн продукции		Примечание
		Мин.	Макс.	
1	2	3	4	5
1	Cr (6+)	0,0338	0,0790	Очитка отходящих газов с использованием "мокрых" методов очистки

Таблица .. Выбросы диоксида серы при производстве ангидрида хромового

№ п/п	Наименование выброса	Концентрация выбросов, мг/Нм ³	
		Макс.	Мин.
1	2	3	4
1	SO ₂	0,1	0,027

Ввиду незначительных величин выбросов диоксид серы не является маркерным веществом в производстве оксида хрома металлургического и хромового ангидрида, оксида хрома пигментного- 1, оксида хрома пигментного- 2.

3.6.7. Производство оксида хрома пигментного - 1 (ОХП)

3.6.7.1. Описание технологического процесса производства оксида хрома пигментного - 1 (ОХП)

Схема производства окиси хрома пигментной позволяет выпускать готовую продукцию на двух технологических линиях: "новая" и "старая". Технологическая схема позволяет выпускать продукцию двумя способами: из хромового ангидрида или из гидроокиси хрома.

Метод производства оксида хрома пигментного - основан на термическом восстановлении шестивалентного хрома хромового ангидрида до трехвалентного хрома окиси хрома[85].

Основные технологические этапы:

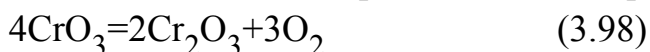
термическое разложение хромового ангидрида;

выщелачивание, фильтрация;

сушка и фасовка.

Метод производства основан на термическом разложении хромового ангидрида с последующим выщелачиванием спека, отмывкой продукта от водорастворимых солей и сушкой.

Хромовый ангидрид завозится из производства хромового ангидрида в барабанах и подается в прокалочную печь, где происходит его термическое разложение с образованием спека, содержащего окись хрома и водорастворимые примеси:



Процесс термического разложения хромового ангидрида осуществляется в трубчатой вращающейся печи. Хромовый ангидрид подают в печь в виде чешуи в верхнюю головку печи. Проходя по печи, хромовый ангидрид термически разлагается с образованием спека, содержащего окись хрома и водорастворимые примеси. Требуемая температура в реакционной зоне (800 – 1100 С) создается путем сжигания природного газа. Отходящие газы, имеющие температуру 550 – 600 С и содержащие пыль спека, отсасываются дымососом в скруббер с ловушкой. Орошение скруббера осуществляется содовым раствором.

Из бака-гасителя пульпа разбавляется до необходимой концентрации и подается на мельницу мокрого помола. Размолотая крупа после мельницы собирается в баке, а из него подается на гидроциклон, где разделяется на крупную и мелкую фракцию. Пульпа, сгущенная до необходимой концентрации, перекачивается в питающий бак сушилки. Сушка пасты окиси хрома производится в барабанной сушилке. Сушка окиси хрома пигментной осуществляется топочными газами, образующимися при сжигании природного газа в топке. Высушенная окись хрома поступает на фасовку, отходящие газы из сушилки вместе с частицами окиси хрома улавливаются циклоном, отделенная в циклоне окись хрома пигментная поступает в бункер фасовки. Отходящие газы после циклона поступают на мокрую очистку в скруббер, затем в каплеуловитель и дымососом выбрасываются в атмосферу.

Вспомогательные этапы:

ремонтные работы и маркировка готовой продукции оксида хрома пигментного- 1.

3.6.7.2. Выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух при производстве оксида хрома пигментного- 1

При получении хрома пигментного из хромового ангидрида в окружающую среду выбрасываются: дымовые газы от печи обжига, где происходят полное обезвоживание гидрата окиси хрома и перевод адсорбированной щелочи в хромат, а также отходящие газы при сушке осадка.

В таблице 3.106 представлены выбросы загрязняющих веществ при производстве оксида хрома пигментного- 1.

Таблица .. Выбросы маркерных загрязняющих веществ при производстве оксида хрома пигментного- 1

№ п/п	Наименование маркерного ЗВ	Удельные выбросы маркерных веществ, кг/тонн продукции		Примечание
		Мин.	Макс.	
1	2	3	4	5
1	Cr (6+)	0,0061	0,0139	Использование "мокрых" способов очистки
2	Cr(3+)	0,8826	4,3573	
3	SiO ₂ <20 %	1,3565	4,9846	

3.6.8. Производство оксида хрома пигментного - 2 (ОХП)

3.6.8.1. Описание технологического процесса производства оксида хрома пигментного - 2 (ОХП)

Процесс основан на реакции образования гидратированной окиси хрома (ГОХ) из монохромата натрия и серы в растворе при нагреве до (140 – 150) С и давлении (4 - 7,5) кгс/см² в автоклаве.

Основные технологические этапы [85]:

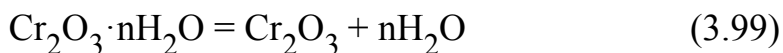
прием сырья, прокалка гидроокиси;

гидроклассификация и размол на мельнице мокрого помола;

сушка и фасовка.

Для того, чтобы превратить гидрат окиси хрома в оксид хрома, ее подвергают высокотемпературному нагреву в прокалочной печи.

Гидроокись хрома поступает по трубопроводу в приемный бак из производства окиси хрома металлургической, откуда подается на фильтрацию. Фильтрация гидроокиси хрома производится на барабанном фильтре. Паста на поверхности фильтрующего полотна промывается конденсатом и подается в печи обжига. Проходя по печи, гидроокись обезвоживается и в виде спека сыпается в бак гаситель:



Процесс идет в щелочной среде и с избытком серы против расчетного необходимого количества. При этом часть щелочи поглощается осадком гидрата окиси

хрома, а избыток серы растворяется с образованием серосодержащих соединений – полисульфидов и тиосульфата натрия.

Адсорбированная щелочь и не отмытые соли натрия переходят в окислительной среде в хромат и сульфат натрия, которые затем выщелачивают из спека. В дальнейшем пульпа окиси хрома отмывается от водорастворимых солей, фильтруется, сушится и упаковывается в качестве товарного продукта.

После окончания завершающей стадии отмывки фильтр-пресс разжимается и разгружается в бак репульпатор, где разбавляется конденсатом доконцентрации 1200 – 1300 г/л. Фильтрат после фильтр-пресса с содержанием тиосульфата поступает в отстойник, отстоянная твердая составляющая сливается в промежуточный бак ГОХ и подается на фильтр-пресс контрольной фильтрации XZG120/1250. Фильтрат после контрольной фильтрации отводится в бак накопитель шлама с концентрацией не более 1 г/л и откачивается в цех производства ОХМ. С бака питания печи обжига гидрат окиси хрома подается в печь обжига. Прокалочная печь обогревается топочными газами от сжигания природного газа. В прокалочной печи при температуре (800 – 900) С и разряжении $4,5 - 5,5 \text{ кгс/м}^2$ происходят полное обезвоживание гидрата окиси хрома и перевод адсорбированной щелочи в хромат натрия.

Отходящие газы, имеющие температуру (440 – 450) °С, содержащие пыль окиси хрома, из печи направляются дымососом Д- 12 на очистку в полые скруббера и трубы Вентури, орошаемые с помощью эвольвентных форсунок водой или конденсатом из баков орошения, затем через каплеуловитель в атмосферу.

Спек из печи обжига попадает в бак гаситель для выщелачивания конденсатом. С бака гасителя пульпа поступает на гидроциклон ГЦ- 75. После классификации пески скапливаются в баке питания мельницы мокрого помола, слив поступает на бак питания первичной фильтрации на фильтр-прессе.

Пульпа из бака питания мельницы поступает для размола на мельницу мокрого помола. После размола на мельнице продукт самостоятельно поступает в бак сборник пульпы после размола.

После окончания подготовки раствора в буферном баке вторичной фильтрации (концентрация 500 – 600 г/л), пульпа ОХП насосом 40ZD- 25 подается на питание фильтр-пресса второй стадии фильтрации.

По мере накопления осадка в бункере накопителе осадка конвейером винтовым КВ- 300 осадок с заданными параметрами дозируется в сушилку, где происходит сушка осадка. Сушилка оснащена системой пылегазоудаления, в состав которой входят: Д- 12, ловушка, скруббер мокрой очистки газов, труба Вентури, бак орошения, насосы ЭЧ. В цехе производства ОХП предусмотрены сварочные посты. Для обогрева цеха используются 28 газовых инфракрасных излучателя ГИИ- 10, работающих на природном газе.

Вспомогательные этапы:

ремонтные работы и маркировка готовой продукции оксида хрома пигментного- 2;
отопление инфракрасными излучателями производства оксида хрома пигментного- 2.

3.6.8.2. Выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух при производстве оксида хрома пигментного- 2

При получении хрома пигментного из гидроокиси в окружающую среду выбрасываются: дымовые газы от печи обжига, где происходят полное обезвоживание гидрата окиси хрома и перевод адсорбированной щелочи в хромат, а также отходящие газы при сушке осадка.

В таблице 3.107 представлены выбросы загрязняющих веществ при производстве оксида хрома пигментного- 2.

Таблица .. Выбросы маркерных загрязняющих веществ при производстве оксида хрома пигментного- 2

№ п/п	Наименование маркерного ЗВ	Удельные выбросы маркерных веществ, кг/тонн продукции	Примечание
1	2	3	4
1	Cr (6+)	0,0034	Использование "мокрых" способов очистки отходящих газов
2	Cr(3+)	1,4845	
3	SiO ₂ <20 %	3,4792	

3.6.9. Отходы производства

Отходы, образующиеся при производстве соединений хрома:

монохроматный шлам, образующийся в процессе производства раствора монохромата натрия (сушка шлама). 76 % образованного шлама повторно используется при приготовлении шихты, оставшееся количество складировается на шламонакопителях ;

шлам сульфата натрия, который образуется при производстве бихромата натрия (упаривание, центрифугирование сульфата натрия и фильтрация концентрированных бихроматных растворов) и в дальнейшем размещается на специализированных площадках;

шлам сернистого натрия, образующийся при производстве оксида хрома металлургического (вторая фильтрация, сушка и фасовка) и хрома пигментного- 2 (прием сырья, прокалка гидроокиси) и в дальнейшем подлежит транспортировке гидротранспортом на специализированные площадки (шламонакопители);

пыль аспирационная, которая образуется в результате улавливания пыли и других загрязняющих веществ в системах очистки цехов (электрофильтры, рукавные фильтры, скрубберы), и подлежит полному возврату в технологический цикл.

Остальные технологии твердых отходов производства не образуют.

Таблица .. Удельные показатели образования и размещения отходов на единицу выпуска конечной продукции

№ п/п	Наименование отхода	Уровень опасности	Удельные показатели образования отходов на единицу произведенной продукции, кг/т		Удельные показатели размещения отходов на единицу произведенной продукции, кг/т	
			Макс.	Мин.	Макс.	Мин.
1	2	3	4	5	6	7
1	Твердые промышленные отходы	G	7,21	3,91	7,21	3,91
2	Монохроматный шлам	G	3100	3100	7444	744
3	Шлам сернистого натрия при производстве оксида хрома металлургического	G	1790	1790	1790	1790
4	Шлам сернистого натрия при производстве оксида хрома пигментного-2	G	1790	1790	1790	1790
5	Шлам сульфата натрия	G	720	720	720	720

Таблица .. Характеристика объемов образования отходов

№ п/п	Наименование отхода	Объем образования, тонн	
		Макс.	Мин.
1	2	3	4
1	Асбестосодержащие отходы (в т.ч. паронит и сальниковая набивка)	80,676	16,6055
2	Батареи свинцовых аккумуляторов, целые или разломанные	5,2466	1,6221
3	Бой стекла и фарфора	13,0834	7,9261
4	Ветошь промасленная	6,1391	3,0585
5	Летучая зола	3,75	2,722
6	Лом абразивных изделий	0,1243	0,1086

7	Лом и стружка черных металлов	1261,5663	938,4725
8	Лом кабеля	25,9551	7,2058
9	Лом цветных металлов	6,168	4,9121
10	Монохроматный шлам	347997	276381
11	Недопал извести	0,23	0,23
12	Нефтешлам от зачистки резервуаров	91,3	91,3
13	Огарки сварочных электродов	1,9088	1,4143
14	Опилки и стружки древесные, загрязненные нефтепродуктами	5,919	4,796
15	Отработанная спецодежда, спецобувь, СИЗ	15,7496	9,1324
16	Отработанные автошины	5,792	4,115
17	Отработанные масла	6,175	4,22
18	Отработанные ртутьсодержащие лампы	0,0004	0,0003
19	Отработанные фильтровальные ткани и рукава	47,24	35,7304
20	Отработанные фильтры автомобильные масляные и УКО	0,1743	0,1108
21	Отработанные шпалы деревянные	7,006	6,269
22	Отработанный силикагель	1,2	1,2
23	Отходы деревообработки (древесные)	207,3416	151,499
24	Отходы мебели крупногабаритные	2,6842	2,1419
25	Отходы резинотехнических изделий	13,7695	10,6526
26	Отходы упаковочных материалов (полиэтилен, бумага, картон, деревянные поддоны, мешки и тара)	102,9177	64,5771
27	Отходы эксплуатации офисной техники	0,2352	0,0762
28	Отходы электронного и электрического оборудования	4,2674	2,5191

29	Пески станции локализации	14,933	14,724
30	Песок, загрязненный нефтепродуктами	17,6785	15,633
31	Промасленная ветошь	0,012	0,004
32	ПХД-содержащие отходы	2,6871	2,6871
33	Строительные отходы	126,633	42,676
34	Тара из-под лакокрасочных материалов	1,1243	0,6719
35	Тара из-под масла	0,134	0,106
36	ТБО	343,2568	233,9875
37	Твердые промышленные отходы	642,693	438,57
38	Шлам сернистого натрия	59571	49577
39	Шлам сульфата натрия	47288	28164

3.6.10. Потребление топливно-энергетических ресурсов

Производство монокромата натрия

Сравнительные данные расхода основного сырья и энергоресурсов в производстве монокромата натрия в Республике Казахстан и действующего справочника Российской Федерации представлены в таблице 3.110.

Таблица .. Объем годового и удельного потребления сырья, материалов и энергоресурсов при производстве монокромата натрия (период анализа 2015 - 2019 гг.)

№ п/п	Наименование сырья, материалов и энергоресурсов	Объем годового потребления			Расход на единицу выпуска конечной продукции или услуги	
		Ед. изм.	макс.	мин.	макс.	мин.
1	2	3	4	5	6	7
1	Вода оборотная	м ³	445 082	174 437	4,00	1,84
2	Сода кальцинированная	тонн	130 720	102 810	1,16	1,14
3	Руда хромовая	тонн	151 607	118 965	1,34	1,31
4	Воздух сжатый	м ³	18 515 192	11 971 512	176,92	107,46
5	Вода питьевая	м ³	52 515	20 515	0,51	0,23
6	Газ товарный на отопление газовыми излучателями	м ³	275 701	47 336	2,65	0,50
7		тонн	269 533	210 049		2,356

	Ш л а м монокроматный на сушку				2,356	
8	В о д а техническая (с участка локализации)	м ³	238 750	196 429	2,37	2,06
9	Газ товарный на технологию	м ³	89 907 438	70 898 994	807,85	781,73
10	Электроэнергия	кВт*ч	47 816 477	37 969 690	477,66	402,40
11	Серная кислота	тонн	7 858	6 241	0,070	0,066
12	П а р собственного производства	Гкал	48 654	34 953	0,51	0,39

Таблица .. Сравнительные данные расхода основного сырья и энергоресурсов в производстве монокромата натрия

№ п/п	Наименование энергетических ресурсов	Ед. изм.	Расход на 1 тонну продукта РФ		Расход на 1 тонну продукта АЗХС		Разница в % между РК /РФ (фактические данные)	
			макс.	мин.	макс.	мин.	макс.	мин.
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Электроэнергия	кВтч/тонн	422,5	401	477,66	402,4	11,5	0,3
2	Тепло	Гкал/тонн	0,9	0,9	0,51	0,39	- 76,5	- 130,8
3	Топливо (газ природный)	м ³ /тонн	709	654	807,85	781,73	12,2	16,3
4	Руда хромовая	тонн/тонн	1,4	1,36	1,34	1,31	- 4,5	- 3,8
5	Сода кальцинированная	тонн/тонн	1,14	1,08	1,16	1,14	1,7	5,3

Производство монокромата натрия в Республике Казахстан соответствует по основным показателям аналогичному производству из справочника Российской Федерации (отклонение не более 16 %), а потребление тепла в два раза меньше. Таким образом, производство монокромата натрия в Казахстане по показателям энергоэффективности следует отнести к НДТ.

Производство бихромата натрия

Сравнительные данные расхода основного сырья и энергоресурсов в производстве монокромата натрия в Республике Казахстан и действующего справочника Российской Федерации представлены в таблице 3.112.

Таблица .. Объем годового и удельного потребления сырья, материалов и энергоресурсов (период анализа 2015 - 2019 гг.) производства бихромата натрия

№ п/п	Наименование сырья, материалов и энергоресурсов	Объем годового потребления			Расход на единицу выпуска конечной продукции или услуги	
		Ед.изм.	Макс.	Мин.	Макс.	Мин.
1	2	3	4	5	6	7
1	Монохромат натрия	тонн	67072	39734	1,021	1,016
2	Вода питьевая	м³	4 701	0	0,09	0,00
3	Вода техническая (с участка локализации)	м³	103 940	78 500	2,01	1,37
4	Вода оборотная	м³	6 107 847	3 434 539	126,75	57,57
5	Тепло в паре (покупное)	Гкал	124 128	55 589	1,89	1,42
6	Электроэнергия	кВтч	13 665 643	9 152 753	233,98	205,64
7	Воздух сжатый	м³	3 433 618	1 554 539	64,43	39,74
8	Пар собственного производства	Гкал	25 336	18 527	0,61	0,29
9	Серная кислота	тонн	10 906	4 136	0,17	0,11

Таблица .. Сравнительные данные расхода основного сырья и энергоресурсов в производстве бихромата натрия

№ п/п	Наименование энергетических ресурсов	Ед. изм	Расход на 1 тонну продукта, РФ		Расход на 1 тонну продукта, АЗХС		Разница в % между РФ/РК (фактические данные)	
			макс.	мин.	макс.	мин.	макс.	мин.
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Монохромат натрия	тонн/тонн	1,03	1,017	1,021	1,016	0,87	0,10
2	Серная кислота	тонн/тонн	0,478	0,38	0,17	0,11	64,44	71,05
3	Теплоэнергия в паре	Гкал/тонн	2,71	2,13	2,5	1,71	7,75	19,72
4	Электроэнергия	кВтч/тонн	242	125	233,98	205,64	3,31	- 64,51

Фактический расход монохромата натрия в производстве бихромата натрия в Республике Казахстан соответствует расходу, указанному в справочнике Российской

Федерации (разница до 0,9 %). Расход серной кислоты значительно меньше. Расход электроэнергии меньше максимальных показателей в Российской Федерации, а расход тепла меньше практически на 20 %. Таким образом, производство бихромата натрия в Казахстане по показателям энергоэффективности следует отнести к НДТ.

Производство оксида хрома металлургического

В цехах производства ОХМ предусмотрены сварочные посты, станочный парк. Для обогрева цехов используются газовые инфракрасные излучатели ГИИ- 10, работающие на природном газе (общее количество 42 шт.). В процессе производства ОХМ используется значительное количество сырья, материалов и энергоресурсов, представленных в таблице 3.114.

По анализу расхода теплоэнергии, электроэнергии, газа применяемая технология в Республике Казахстан соответствует аналогичной Российской Федерации, а по некоторым параметрам лучше, так как расход энергоресурсов меньше. Таким образом, производство ОХМ в Казахстане по показателям энергоэффективности следует отнести к НДТ.

Таблица .. Объем годового и удельного потребления сырья, материалов и энергоресурсов (период анализа 2015 - 2019 гг.) в производстве ОХМ

№ п/п	Наименование сырья, материалов и энергоресурсов	Объем годового потребления			Расход на единицу выпуска конечной продукции или услуги	
		Ед. изм.	Макс.	Мин.	Макс.	Мин.
1	Вода питьевая	м ³	389 717	305 434	14,84	10,14
2	С е р а техническая	тонн	24 058	19 146	0,78	0,76
3	Воздух сжатый	м ³	12 568 497	7 082 024	408,08	255,72
4	Монохромат натрия	тонн	55 433	45 377	1,81	1,80
5	В о д а оборотная	м ³	375 708	303 235	12,48	12,02
6	Газ товарный на отопление газовыми излучателями	м ³	53 783	17 644	2,13	0,58
7	Газ товарный на технологию	м ³	21 933 110	18 934 524	750,92	708,98
8	Электроэнергия	кВтч	10 738 664	8 871 353	392,31	345,22
9	Тепло в паре (покупное)	Гкал	12 205	6 739	0,44	0,27

10	Конденсат	м ³	153 537	65 768	5,58	2,50
----	-----------	----------------	---------	--------	------	------

Производство бихромата калия

В процессе производства бихромата калия используется значительное количество сырья, материалов и энергоресурсов, представленных в таблице 3.115.

Таблица .. Объем годового и удельного потребления сырья, материалов и энергоресурсов (период анализа 2015 - 2019 гг.) в производстве бихромата калия

№ п/п	Наименование сырья, материалов и энергоресурсов	Объем годового потребления			Расход на единицу выпуска конечной продукции или услуги	
		Ед. изм.	Макс.	Мин.	Макс.	Мин.
1	2	3	4	5	6	7
1	Калий углекислый	тонн	607	395	0,60	0,59
2	Ангидрид хромовый	тонн	719	472	0,71	0,69
3	Электроэнергия	кВтч	1 082 575	697 081	1132,40	1017,80
4	Вода питьевая	м ³	3 434	756	3,51	1,13
5	Тепло в паре (покупное)	Гкал	1 584	1 281	1,91	1,44
6	Вода обратная	м ³	13 393	9 387	14,01	12,36

Технологии производства бихромата калия в Республике Казахстан и Российской Федерации отличаются исходным сырьем. На АЗХС это хромовый ангидрид и калий углекислый, в Российской Федерации бихромат натрия и калия хлористый, поэтому сравнение потребления энергоресурсов невозможно.

Производство хромового ангидрида

В цехах производства хромового ангидрида предусмотрены сварочные посты. Для обогрева цеха используются 22 газовых инфракрасных излучателя ГИИ- 10 и 5 газовых инфракрасных излучателей ТМ20U, работающих на природном газе.

В процессе производства хромового ангидрида используется значительное количество сырья, материалов и энергоресурсов, представленных в таблице 3.116.

Таблица .. Объем годового и удельного потребления сырья, материалов и энергоресурсов (период анализа 2015 - 2019 гг.) в производстве хромового ангидрида

№ п/п	Наименование сырья, материалов и энергоресурсов	Объем годового потребления			Расход на единицу выпуска конечной продукции или услуги	
		Ед.изм.	Макс.	Мин.	Макс.	Мин.
1	2	3	4	5	6	7
1	Воздух сжатый	м ³	4 349 558	1 288 330	195,24	89,26
2	Вода питьевая	м ³	21 608	5 097	0,94	0,35

3	Газ товарный на технологию	м ³	2 643 404	1 626 237	113,56	106,39
4	Бихромат натрия	тонн	36 771	22 801	1,58	1,58
5	Тепло в паре (покупное)	Гкал	31 802	13 803	1,43	0,59
6	Монохромат натрия	тонн	42 720	26 400	1,84	1,83
7	Газ товарный на отопление газовыми излучателями	м ³	90 952	59 566	4,76	2,62
8	П а р собственного производства	Гкал	13 476	3 010	0,58	0,14
9	Электроэнергия	кВт·ч	2 224 416	1 319 256	97,89	61,39
10	Серная кислота	тонн	27 939	17 321	1,20	1,20

Сравнительные данные расхода основного сырья и энергоресурсов в производстве хромового ангидрида в Республике Казахстан и действующего справочника Российской Федерации представлены в таблице 3.117.

Таблица .. Сравнительные данные расхода основного сырья и энергоресурсов в производстве хромового ангидрида

№ п/п	Наименование энергетических ресурсов	Ед. изм.	Расход на 1 тонну продукта, РФ		Расход на 1 тонну продукта, АЗХС	
			макс.	мин.	макс.	мин.
1	2	3	4	5	6	7
1	Бихромат натрия	тонн/тонн	1,7	1,57	1,58	1,58
2	Газ товарный на технологию	м ³ /тонн	490	172	113,56	106,39
3	Серная кислота	тонн/тонн	0,59	0,49	1,20	1,20
4	Теплоэнергия в паре (покупная)	Гкал/тонн	17	0,7	1,34	0,96

Технологии производства хромового ангидрида в Республике Казахстан и Российской Федерации совпадают по исходному сырью. Расход бихромата натрия в Республике Казахстан находится на уровне минимальных значений в Российской Федерации, при этом расход серной кислоты в два раза выше. Расход природного газа ниже минимальных значений в Российской Федерации, а расход электроэнергии соответствует требованиям Российской Федерации.

Таким образом, производство хромового ангидрида в Казахстане по показателям энергоэффективности следует отнести к НДТ.

Производство окиси хрома пигментной (ОХП)

В процессе производства ОХП используется значительное количество сырья, материалов и энергоресурсов, представленных в таблицах 3.118 и 3.119.

Таблица .. Объем годового и удельного потребления сырья, материалов и энергоресурсов (период анализа 2015 - 2019 гг.) при производстве ОХП- 1

№ п/п	Наименование сырья, материалов и энергоресурсов	Объем годового потребления			Расход на единицу выпуска конечной продукции или услуги	
		Ед.изм.	Макс.	Мин.	Макс.	Мин.
1	2	3	4	5	6	7
1	Газ товарный на технологию	м ³	3 973 174	1 030 922	891,03	590,57
2	Тепло в паре (покупное)	Гкал	1 004	204	0,87	0,03
3	Ангидрид хромовый	тонн	7 970	1 600	1,40	1,28
4	Электроэнергия	кВт·ч	3 906 473	686 875	766,88	473,72
5	Вода питьевая	м ³	16 706	2 286	3,38	1,37
6	Воздух сжатый	м ³	2 405 238	873 798	755,23	261,10

Таблица .. Объем годового и удельного потребления сырья, материалов и энергоресурсов (период анализа 2015 - 2019 гг.) при производстве ОХП- 2

№ п/п	Наименование сырья, материалов и энергоресурсов	Объем годового потребления			Расход на единицу выпуска конечной продукции или услуги	
		Ед.изм.	Макс.	Мин.	Макс.	Мин.
1	2	3	4	5	6	7
1	Тепло в паре (покупное)	Гкал	1254	1254	0,5054	0,5054
2	Воздух сжатый	м ³	3291257	3291257	1326,5848	1326,5848
3	Вода питьевая	м ³	29944	29944	12,0693	12,0693
4	Газ товарный на отопление газовыми излучателями	м ³	20866	20866	8,4103	8,4103
5	Конденсат	м ³	35490	35490	14,3047	14,3047
6	Гидроокись хрома	тонн	2760	2760	1,1124	1,1124

7	Газ товарный на технологию	м ³	2710255	2710255	1092,4042	1092,4042
8	Электроэнергия	кВт·ч	953787	953787	384,4365	384,4365

3.6.11. Водопотребление

Предприятие АО "АЗХС" не является первичным водопользователем, питьевую воду по договору для технологических и хозяйственно-бытовых целей получает из сетей на основании договора. Предприятие не имеет сброса сточных вод в природные объекты и городские канализационные сети. Жидкие сбросы повторно использованы в производственных процессах на площадке предприятия. Канализационные, ливневые и подземные воды очищаются на очистных сооружениях предприятия и возвращаются в оборотный цикл предприятия.

4. Общие наилучшие доступные техники для предотвращения и/или сокращения эмиссий и потребления ресурсов

В настоящем разделе описываются общие методы, применяемые при осуществлении технологических процессов для снижения их негативного воздействия на окружающую среду и не требующие технического переоснащения, реконструкции объекта, оказывающего негативное воздействие на окружающую среду.

В него включены системы управления, методы, интегрированные в процесс, и меры по завершению производственного процесса. При этом следует учитывать тот факт, что при поиске оптимальных результатов между этими тремя методами существует определенное дублирование. Рассматриваются процедуры профилактики, контроля, минимизации и повторного использования, а также повторного использования материалов и энергии.

Под общими НДТ следует понимать методы, а также связанные с ними уровни выбросов и потребления ресурсов, применяемые при осуществлении технологических процессов для снижения их негативного воздействия на окружающую среду и не требующие технического переоснащения, реконструкции объекта, оказывающего негативное воздействие на окружающую среду.

Основополагающими этапами определения методов, направленных на снижение негативно воздействия на окружающую среду, рассматриваемых в данной главе, являются:

- определение ключевых экологических проблем;
- изучение методов, наиболее подходящих для решения этих ключевых проблем;
- выбор наилучших доступных имеющихся методов.

При определении наилучших доступных техник необходимо применять общий подход к пониманию производственного процесса. Следует отметить, что многие

методы прямо или косвенно затрагивают несколько экологических аспектов (выбросы, сбросы, образование отходов, загрязнение земель, энергоэффективность).

Методы могут быть представлены по отдельности или в комбинации для достижения высокого уровня охраны окружающей среды в отраслях, входящих в сферу действия данного документа. Ниже в разделе будут представлены методы, а также насколько это возможно уровни выбросов и потребления ресурсов.

4.1. Внедрение систем экологического менеджмента

Система экологического менеджмента отражает соответствие деятельности объекта целям в области охраны окружающей среды. СЭМ наиболее эффективны и действенны там, где они являются неотъемлемой частью общего управления и эксплуатации производства. СЭМ необходима для того, чтобы природопользователь мог сконцентрировать внимание на экологических характеристиках предприятия посредством применения рабочих процедур для нормальных и внештатных условий эксплуатации, а также путем определения соответствующих линий ответственности.

СЭМ – это непрерывный процесс, который основывается на циклической последовательности (планируй - делай - проверяй - исполняй) (Plan, Do, Check and Act) (PDCA), которая представляет собой динамическую модель, в которой завершение одного цикла перетекает в начало следующего и используется не только в отношении охраны окружающей среды, но и в других контекстах управления предприятием.

Модель PCDA может быть описана следующим образом:

планируй (Plan): разработка экологических целей и процессов, необходимых для получения результатов, соответствующих экологической политике организации;

делай (Do): внедрение процессов, как запланировано;

проверяй (Check): проведение мониторинга и измерения процессов в отношении реализации экологической политики, включая содержащиеся в ней обязательства, экологических целей и критериев работы, а также отчетность о результатах;

действуй (Act): выполнение действий по постоянному совершенствованию.

Система экологического менеджмента может быть в форме:

стандартизированной системы, такой как международная стандартизированная система ISO 14001:2015;

не стандартизированной "настраиваемой" системы, должная разработка и внедрение которой повышают ее эффективность.

СЭМ может содержать следующие компоненты:

заинтересованность руководства, включая высшее руководство;

анализ, включающий определение контекста организации, выявление потребностей и ожиданий заинтересованных сторон, определение характеристик предприятия, связанных с возможными рисками для окружающей среды (или здоровья человека), а также применимых правовых требований, касающихся окружающей среды;

экологическая политика, которая включает в себя постоянное совершенствование предприятия посредством менеджмента;

планирование и установление необходимых процедур, целей и задач, в сочетании с финансовым планированием и инвестициями, включая обеспечение соблюдения применимых правовых требований.

внедрение процедур и действий (включая корректирующие и предупреждающие действия, если необходимо) для достижения экологических целей и предотвращения экологических рисков, требующих особого внимания:

структура и ответственность;

набор, обучение, информированность и компетентность персонала, чья работа может повлиять на экологические показатели;

внутренние и внешние коммуникации;

вовлечение сотрудников;

документация (создание и ведение письменных процедур для контроля деятельности со значительным воздействием на окружающую среду, а также соответствующих записей);

эффективное оперативное планирование и контроль процессов;

программа технического обслуживания;

готовность к чрезвычайным ситуациям и реагированию, включая предотвращение и /или снижение воздействия неблагоприятных (экологических) последствий чрезвычайных ситуаций;

обеспечение соответствия экологическому законодательству.

проверка эффективности и принятие корректирующих действий, требующих особого внимания:

мониторинг и измерения;

ведение документации;

независимый (где это практически возможно) внутренний и внешний аудит с целью оценки экологических показателей и определения того, соответствует ли СЭМ запланированным мероприятиям и была ли она должным образом внедрена и поддерживается;

оценка причин несоответствий, выполнение корректирующих действий в ответ на несоответствия, анализ эффективности корректирующих действий и определение того, существуют ли или потенциально могут возникнуть подобные несоответствия;

обзор СЭМ и ее постоянной пригодности, адекватности и эффективности со стороны высшего руководства;

подготовка регулярного экологического отчета;

валидация органом по сертификации или внешним верификатором СЭМ;

отслеживание информации о развитии более чистых технологий;

учет воздействия на окружающую среду при выводе установки из эксплуатации на этапе проектирования новой установки и в течение всего срока ее эксплуатации; применение отраслевого сравнительного анализа на регулярной основе; система управления отходами.

Движущими силами для внедрения СЭМ являются:

улучшение экологических показателей;

совершенствование основы для принятия решений;

более глубокое понимание экологических аспектов деятельности предприятия, которое может быть использовано для выполнения экологических требований регулирующих органов, страховых компаний или других заинтересованных сторон (общественность);

повышение уровня мотивации и вовлечения персонала;

дополнительные возможности для снижения эксплуатационных затрат и улучшения качества продукции;

снижение ответственности, страхования и затрат на несоблюдение требований.

4.2. Внедрение систем энергетического менеджмента

НДТ состоит во внедрении и поддержании функционирования системы энергоменеджмента (далее – СЭнМ). Реализация и функционирование СЭнМ могут быть обеспечены в составе существующей системы менеджмента (например, системы экологического менеджмента) или создания отдельной системы энергоменеджмента.

В состав СМЭЭ входят, в той мере, в какой это применимо к конкретным условиям, следующие элементы: приверженность высшего руководства в отношении системы менеджмента энергоэффективности на уровне предприятия; политика в области энергоэффективности, утвержденная высшим руководством предприятия; планирование, а также определение целей и задач; разработка и соблюдение процедур, определяющих функционирование системы энергоменеджмента в соответствии с требованиями международного стандарта ISO 50001.

Руководства и процедуры системы должны уделять особое внимание следующим вопросам:

организационной структуре системы;

ответственности персонала, его обучению, повышение компетентности в области энергоэффективности;

обеспечению внутреннего информационного обмена (собрания, совещания, электронная почта, информационные стенды, производственная газета и др.);

вовлечению персонала в мероприятия, направленные на повышение энергоэффективности;

ведению документации и обеспечению эффективного контроля производственных процессов;

обеспечению соответствия законодательным требованиям в области энергоэффективности и соответствующим соглашениям (если таковые существуют); определению внутренних показателей энергоэффективности и их периодической оценке, а также систематическому и регулярному сопоставлению их с отраслевыми и другими подтвержденными данными.

При оценке результативности ранее выполненных и внедрении корректирующих мероприятий должно уделяться особое внимание следующим вопросам:

мониторингу и измерениям;

корректирующим и профилактическим действиям;

ведению документации;

внутреннему (или внешнему) аудиту с целью оценки соответствия системы установленным требованиям, результативности ее внедрения и поддержания ее на соответствующем уровне;

регулярному анализу СЭнМ со стороны высшего руководства на соответствие целям, адекватности и результативности;

учету при проектировании новых установок и систем возможного воздействия на окружающую среду, связанному с последующим выводом их из эксплуатации;

разработке собственных энергоэффективных технологий и отслеживанию достижений в области методов обеспечения энергоэффективности за пределами предприятия.

Оценка опыта внедрения СЭнМ на предприятиях как в Республике Казахстан, так и за рубежом показывает, что организация и внедрение СЭнМ позволяют снизить потребление энергии и ресурсов ежегодно на 1 - 3 % (на начальном этапе до 10 - 20 %), что, соответственно, приводит к снижению выбросов вредных веществ и парниковых газов. Применение энергетического менеджмента на предприятиях играет огромную роль для ограничения выбросов парниковых газов (ПГ), эти направления деятельности характеризуются синергией. В Республике Казахстан пока приоритет в этой области отдается именно вопросам энергетической эффективности.

Движущими силами для внедрения мероприятий по энергоэффективности являются :

улучшение экологических показателей;

повышение энергоэффективности;

повышение уровня мотивации и вовлечения персонала;

дополнительные возможности для снижения эксплуатационных затрат и улучшения качества продукции.

4.3. Контроль качества сырья и топлива, параметры контроля

Контроль качества сырья основывается на принципах входного контроля, который подразумевает под собой комплекс мероприятий, направленных на определение количества, качества, ассортимента и комплектности поступившей продукции,

предназначенной для использования в производственной деятельности. Входной контроль является одним из видов контроля, который ведется на производственном объекте. Контроль качества на предприятии включает:

входной контроль качества сырья, основных и вспомогательных материалов;

При входном контроле сырья и материалов предварительно проводится их визуальный контроль. Далее после разгрузки продукция сортируется по партиям, каждой партии присваивается свой номер, и информация передается сотрудникам лаборатории. После ознакомления с документацией сотрудники лаборатории отбирают пробы согласно имеющимся методикам, а кладовщики ответственны за то, чтобы до получения результатов тестирования партию не пускали в производство. В лаборатории результаты испытаний сравнивают со спецификацией на сырье и упаковочные материалы, проводят органолептический, физико-химический и микробиологический контроль отобранных образцов на соответствие требованиям нормативной документации. По результатам испытаний устанавливают статус продукции и заполняют формуляры качества. После получения положительных результатов тестирования на партии ставят маркировку "Разрешается передача в производство". В случае отрицательных результатов тестирования партию задерживают на складе до выяснения всех обстоятельств.

производственный пооперационный контроль за соблюдением установленного технологического режима, а иногда и межоперационную приемку продукции;

Операционный контроль регламентируется по каждому контролируемому параметру, проводится рабочими на местах, мастером цеха (участка) в соответствии с инструкциями по контролю на каждом подразделении предприятия. По результатам операционного контроля ведутся журналы.

систематический контроль за состоянием оборудования;

контроль готовой продукции.

Контроль готовой продукции выполняется с целью исключения попадания несоответствующей продукции к потребителю. Продукция контролируется по показателям, предусмотренным действующей нормативной документацией. Конкретные показатели готовой продукции, периодичность и оформление результатов контроля определяются в рабочих инструкциях. По результатам контроля выдается соответствующий документ, удостоверяющий качество и безопасность продукции.

4.4. Мониторинг выбросов

Большая часть информации, полученной путем проведения инвентаризации потоков (сбор сведений о выбросах, сбросах и тд.) собирается с помощью систем и программ мониторинга, которые представляют собой систематические наблюдения за изменениями химических или физических параметров в различных средах, и основанной на повторяющихся измерениях или наблюдениях с определенной частотой, в соответствии с задокументированными и согласованными процедурами.

Одним из наиболее важных вопросов является контроль эффективности производственных процессов, в том числе процессов, связанных с очисткой выбросов, сбросов, удалением и переработкой отходов для того, чтобы можно было провести анализ о достижимости поставленным экологическим целям, а также выявлением и устранением возможных аварий и инцидентов.

4.4.1. Общие принципы мониторинга и контроля эмиссий

Мониторинг выбросов в атмосферный воздух является составной частью ПЭК, назначение и цели которого установлены статьей 186 Экологического кодекса.

Мониторинг выбросов осуществляется для определения концентрации (количества) загрязняющих веществ в отходящих газах технологического оборудования с целью:

соблюдения показателей выбросов предельным допустимым концентрациям, установленным и согласованным государственными органами;

контроля протекания технологических процессов производства (сбор, хранение и подготовка сырьевых материалов, процессов, связанных с термической обработкой (печи обжига, проковки), сопутствующие процессы для получения готовой продукции в соответствии с установленными стандартами;

контроля эффективности эксплуатации пылегазоочистного оборудования;

принятия оперативных решений в области природопользования и прогнозирования - для принятия долгосрочных решений.

Мониторинг выбросов может осуществляться методом прямых измерений, из которых можно выделить:

инструментальный метод, основанный на автоматических газоанализаторах, непрерывно измеряющих концентрации загрязняющих веществ в выбросах контролируемых источников (непрерывные измерения);

инструментально-лабораторный - основанный на отборе проб отходящих газов из контролируемых источников с последующим их анализом в химических лабораториях (периодические измерения),

а также с использованием расчетных методов, основанных на использовании методологических данных.

Частота проведения мониторинга зависит от вида загрязняющего вещества (токсичность, воздействие на окружающую среду и человека), характеристик используемого сырьевого материала, мощности предприятия, а также применяемых методов сокращения выбросов, при этом частота должна быть достаточной, чтобы получить репрезентативные данные для контролируемого параметра.

При наличии на предприятии в собственности площадок захоронения отходов проводится газовый мониторинг для каждой секции полигона с целью получения объективных данных с установленной периодичностью за количеством и качеством газовых эмиссий и их изменением на площадке.

Мониторинговые наблюдения за состоянием атмосферного воздуха на территории предприятия и на границе санитарно-защитной зоны (мониторинг воздействия) проводятся согласно утвержденной Программе ПЭК.

Методы и инструменты, используемые для мониторинга эмиссий в атмосферный воздух, устанавливаются соответствующими национальными нормативно-правовыми актами.

4.4.2. Компоненты мониторинга

Компонентами производственного мониторинга являются загрязняющие вещества, образующиеся в результате производственной деятельности предприятия, содержащиеся в эмиссиях в окружающую среду и подлежащие слежению.

4.4.3. Исходные условия и параметры

При исследованиях состояния атмосферного воздуха необходимо учитывать как метеорологические условия:

температура воздуха;

относительная влажность;

скорость и направление ветра;

атмосферное давление;

общие погодные состояния (облачность, наличие осадков),

так и технологические - термодинамические параметры газовой смеси:

объемный расход (для расчета концентрации и массового расхода);

температура;

содержание водяного пара;

давление;

содержание кислорода.

В целях единообразия и соответствия европейским данным выбросы загрязняющих веществ приводятся в стандартные условия, т.е. сухом газовом потоке при температуре 273 К и давлении 101,3 кПа при содержании кислорода O_2 10 объемных процентов (далее - об. %). Если фактическое содержание кислорода в газовом потоке отличается от 10 об. %, то пересчет концентрации выбросов в стандартное состояние $C_{ст}$, мг/Нм³ осуществляется по формуле

$$C_{станд} = \frac{11 \cdot C_{изм}}{21 - O_{факт}}$$

где: $C_{изм}$ и $C_{ст}$ - концентрация выбросов загрязняющих веществ, измеренная в потоке и при стандартном состоянии, соответственно, мг/Нм³;

$O_{факт}$ - фактическая концентрация кислорода в потоке в момент измерения, об. %.

4.4.4. Периодический мониторинг

Периодические измерения - это определение измеряемой величины с заданными временными интервалами. Измерение и отбор проб выбросов осуществляются в газоходах и трубах по отдельности в специально оборудованных местах и с использованием мобильных измерительных систем или впоследствии в лаборатории.

Количество последовательных индивидуальных измерений в одной серии измерений должно быть указано в соответствии с целью измерения и в отношении стабильности нагрузки. При измерении стабильного выброса наилучшей практикой является получение как минимум трех выборок последовательно в одной серии измерений.

Время и продолжительность измерения выбросов должны быть указаны в плане измерений в соответствии с целью измерения. Наиболее частая продолжительность выборки составляет 30 минут, но также применяется 60 минут, в зависимости от загрязнителя и схемы выбросов процесса.

Типичная частота проведения измерений на источниках выбросов - 1 раз в квартал.

Типичная частота проведения измерений концентраций загрязняющих веществ в атмосферном воздухе на границе санитарно-защитной зоны - 1 раз в квартал по каждой точке. Измерения проводятся, как правило, по трем точкам.

Контроль эффективности работы пылегазоочистного оборудования осуществляется в соответствии с нормами технологических регламентов.

4.4.5. Непрерывный мониторинг. Места установки датчиков

Непрерывный (автоматизированный) мониторинг эмиссий в окружающую среду при проведении ПЭК проводится путем установления средств измерений, осуществляющих непрерывные измерения за эмиссиями на источниках загрязнения, согласно разрабатываемому природопользователем или сторонней организацией проекту.

Преимущество непрерывного мониторинга перед периодическим основывается на возможности получения более качественной (точные концентрации (мг/Нм³, ч/млн.) и достоверной (минимальные погрешности) информации по отслеживаемым компонентам в отходящих промышленных газах.

Выбор схемы размещения и установки точек контроля, типов средств измерений обуславливается необходимостью учета условий компоновки оборудования, типа технологического оборудования, его конструктивных особенностей, технологических параметров, требований безопасности, удобства обслуживания. Автоматизированный мониторинг эмиссий в окружающую среду осуществляется непрерывно, за исключением случаев поверки (калибровки), ремонта, аварийных ситуаций.

При плановом или аварийном отключении автоматизированной системы мониторинга эмиссий расчет эмиссий обеспечивается на основе инструментального (или расчетного) мониторинга на период отключения.

Правила ведения непрерывных измерений посредством автоматизированных систем регламентируются НПА в области охраны окружающей среды Республики Казахстан.

4.5. Техники контроля загрязнения земли/почвы

Описание

Производственные объекты, где вещества (обычно жидкости), представляющие опасность загрязнения почвы, поверхностных и подземных вод, эксплуатируются и обслуживаются таким образом, чтобы не происходило разливов. Используемое технологическое оборудование (комплексы, установки) герметично, надежно и достаточно устойчиво к возможным механическим, термическим или химическим нагрузкам. Утечки выявляются быстро. Возможные утечки подлежат безопасному хранению для последующей обработке или утилизации. Низкий процент возникновения утечек и разливов, которые могут оказать влияние на почвенный покров, достигается путем использования надежного оборудования (оборудование с двойными стенками) и надежных систем обнаружения утечек, основными преимуществами которых являются непроницаемость и стабильность зоны удержания в зависимости от количества вещества, которое может разлиться прежде, чем оно окажет воздействие на окружающую среду.

Достигнутые экологические выгоды

Предотвращение загрязнения почвенного грунта, поверхностных и подземных вод.

Экологические показатели и эксплуатационные данные

Для предотвращения загрязнения почвенного грунта, поверхностных и подземных вод могут быть реализованы следующие эксплуатационные меры:

своевременное техническое обслуживание эксплуатируемого оборудования с целью проверки на целостность, герметичность и устойчивость к проникновению воды или других веществ;

погрузка и разгрузка материалов осуществляются только в специально отведенных местах, защищенных от утечки стоков (материалы и вещества, планируемые к утилизации, собираются и хранятся в специально отведенных местах, защищенных от утечек);

применение современных систем обнаружения утечек (сигнализация, устанавливаемая на отстойниках или других камерах очистных сооружений, из которых могут произойти утечки, срабатывающая при повышении уровня жидкости);

разработка и выполнение программы испытаний и проверок резервуаров и трубопроводов;

проверка на наличие утечек на всех фланцевых соединениях и клапанах трубопроводов, используемых для транспортировки материалов (кроме воды), с ведением отчетности по проверкам;

предусмотрена система для сбора любых утечек из фланцев и клапанов, используемых для транспортировки материалов, отличных от воды, за исключением случаев, когда используется герметичное оборудование;

достаточный запас применимых абсорбирующих материалов и защитного оборудования для локализации распространения загрязняющих веществ на водной поверхности;

своевременная проверка обваловок.

Кросс-медиа эффекты

Нет.

Технические соображения, касающиеся применимости

Применимо.

Экономика

В зависимости от применяемого метода в каждом конкретном случае.

Движущая сила внедрения

Предотвращение загрязнения почвенного покрова, поверхностных и подземных вод

4.6. Техники управления отходами

Для предотвращения/минимизации образования отходов в управлении отходами применяется следующая последовательность действий:

предотвращение образования отходов;

подготовка/переработка отходов для повторного использования/переработки;

повторное использование/переработка отходов;

другое извлечение из отходов, например, восстановление энергии;

удаление отходов без угрозы для здоровья человека и окружающей среды.

Для оценки производственного процесса химического завода в контексте предотвращения/минимизации отходов может использоваться анализ материального потока. Начиная с исходного сырья, принимая во внимание энергоэффективность различных технологий производства/переработки, а также общее воздействие на окружающую среду, могут рассматриваться межотраслевые аспекты с точки зрения предотвращения и восстановления отходов. Полученные результаты анализа, содержащие адекватные показатели являются основой при дальнейшем принятии технико-экономического решения для предотвращения/минимизации образования отходов.

Формирование системы управления отходами основывается на следующих показателях:

эксплуатационные показатели, информация о методах предотвращения/снижения образования отходов в производственном цикле:

интегрированные меры в производстве, использование менее токсичных веществ;
конверсия/селективность химического синтеза;

максимизация выхода продукта и минимизация потребления сырья;
рециркуляции/обогащения;

малоотходные производственные процессы (использование больших мешков для упаковки);

операционные показатели и анализ целесообразности вторичной переработки (переработка материалов с получением нового продукта, переработка с восстановлением энергии):

токсичность отходов;
разделение потоков;
наличие спроса;

свойства отходов, для выбора соответствующих систем обработки отходов (физическая/химическая обработка, термическая утилизация, захоронение на полигоне).

4.7. Водопользование и управление сточными водами

Основными аспектами водопользования, влияющими на объемы водопотребления предприятия, являются:

1) контроль и учет объемов потребляемой воды (использование приборов измерения потока: ультразвуковые или индукционные расходомеры);

2) разделение технологической и ливневой канализации (без загрязнения), подразумевает под собой разделение потоков загрязненных вод, сточных вод и условно чистых вод;

3) оптимизация системы водопотребления посредством:

4) применения технологии, позволяющей снизить объемы потребляемой воды;

5) возможность использования сточных вод без очистки, если степень загрязненности сбрасываемых сточных вод не окажет влияния при их применении в технологическом цикле;

6) предварительная очистка сточных вод с возможностью их повторного использования;

7) применение систем очистки отходящих газовых выбросов в атмосферу, не предполагающих применение исходной воды (т. е. не использование абсорбционных методов).

Таблица .. Способы оптимизации систем водопользования, которые нашли широкое распространение в химической промышленности

№ п/п	Описание	Достигнутые преимущества
1	2	3

1	Восстановление тепла экзотермических реакций посредством выработки технологического пара, использования избыточного технологического пара	Сокращение потребления оборотной охлаждающей воды
2	Отделение сточных вод, содержащих загрязняющие вещества, от условно чистых ливневых или иных вод, а также проведение мероприятия по предупреждению загрязнения условно чистой воды	Сокращение объемов первичного водопотребления и образования сточных вод
3	Создание замкнутых систем водооборота (системы рециркуляции воды, а также использование условно чистых вод, отводимых с поверхностей, в технологических процессах	Сокращения объемов первичного водопотребления
4	Создание систем сбора и разделения сточных вод, в том числе ливневых и дренажных вод в производственных коллекторах водостока для их обработки и последующего использования	Сокращение образования сточных вод
5	Использование отдельного отвода технологических вод (например, конденсата и охлаждающих вод). При этом необходимо уделять внимание максимально возможному извлечению из сточных вод загрязняющих веществ, возникающих вследствие потерь сырья или продукта, для их последующего использования.	Повышение эффективности систем повторного использования вод
6	Разработка программ ПЭК, в которых отражается информация о показателях, подлежащих контролю, а также периодичности контроля, которая зависит от специфики предприятия, а также от объема сточных вод, видов и количества загрязнений и требований к качеству их очистки. Контроль качества сбрасываемых сточных вод осуществляют в коллекторе, сборной камере или колодце на выпуске с очистных сооружений.	Оптимизации процесса обработки сточных вод и обеспечения стабильного и бесперебойного функционирования объекта обработки сточных вод
	Внедрение системы контроля целостности и герметичности	

7	оборудования, включая трубопроводные системы и насосные установки, а также возможных мест образования утечек (отстойников и другие узлы обработки вод)	Снижение объемов первичного водопотребления
---	--	---

Снижение общего и удельного объемов водопотребления влечет за собой как следствие снижение количества сточных вод, направляемых после очистки на сброс.

Виды образуемых сточных вод при производстве неорганических химических веществ представлены в таблице 4.2.

Таблица .. Сточные воды при производстве неорганических химических веществ

№ п/п	Вид сточных вод	Наименование загрязняющего вещества
1	2	3
1	Азотсодержащие сточные воды после очистки на биологических/ биохимических очистных сооружениях	Аммоний-ион
		Нитрат-анион
		Нитрит-анион
		Химическое потребление кислорода
		Фосфаты (по фосфору)
2	Фосфор- и фторсодержащие сточные воды после очистки методом нейтрализации известковым молоком	Взвешенные вещества
		Аммоний-ион
		Фторид – анион
		Сульфат-анион
3	Сточные воды производства калийных удобрений	Фосфаты (по фосфору)
		Хлорид-анион
		Натрий
4	Для ливневых и дренажных вод после механической очистки	Калий
		Магний (при наличии в сырье)
4	Для ливневых и дренажных вод после механической очистки	Аммоний-ион
		Взвешенные вещества
5	Для продувок водооборотных циклов и процессов первичной водоподготовки	Взвешенные вещества
		Фосфаты (по фосфору)
		Сульфат-анион (сульфаты)
6	Для процессов химической подготовки и обессоливания	Взвешенные вещества
		Сульфат-анион (сульфаты)

4.7.1. Системы сбора сточных вод (раздельная канализация)

Описание

Выбор подходящей системы сбора сточных вод обеспечивает оптимальный сброс сточных вод с минимально возможным воздействием на окружающую среду.

Технологическое описание

Сложность требований к канализационным системам при производстве химических соединений является предпосылкой для внедрения и обслуживания систем разделения сточных вод. Сточные воды, не требующие очистки (например, незагрязненная охлаждающая вода или незагрязненная дождевая вода), отделяются от сточных вод, которые должны подвергаться очистке, что позволяет снизить гидравлическую нагрузку на систему водоотведения и очистки. Разделение потоков сточных вод также осуществляется для:

предварительной очистки соединений, которые негативно влияют на конечные очистные сооружения (защита биологических очистных сооружений от ингибирующих или токсичных соединений);

предварительной очистки соединений, которые недостаточно удаляются во время конечной очистки (токсичные соединения, плохо/неразлагаемые органические соединения, органические соединения, присутствующие в высоких концентрациях, или металлы во время биологической очистки);

предварительной очистки соединений, которые иначе попадают в воздух из системы сбора или во время конечной очистки;

предварительная очистка соединений, которые имеют другие негативные последствия (коррозия оборудования, нежелательная реакция с другими веществами, загрязнение осадка сточных вод);

обеспечение возможности повторного использования материалов.

Потоки сточных вод, которые не отвечают требованиям качества для окончательной очистки, подлежат специальным операциям предварительной очистки.

Достигнутые экологические выгоды

Сокращение объема сточных вод, требующих очистки.

Повышение эффективности очистки.

Возможность переработки/повторного использования материалов.

Экологические показатели и эксплуатационные данные

Предотвращение попадания загрязняющих веществ в очищенные сточные воды. Концентрированные стоки, получаемые в результате разделения, повышают эффективность их очистки на последующих этапах.

Кросс-медиа эффекты

Отсутствуют.

Технические соображения, касающиеся применимости

Применимо к новым производствам.

Экономика

В зависимости от применяемого метода в каждом конкретном случае.

Движущая сила внедрения

Снижение общего воздействия на окружающую среду.

4.7.2. Повторное использование и рециркуляция

Описание

Снижение объемов сбрасываемых сточных вод посредством их повторного использования в производственном цикле.

Технологическое описание

Воды, которые могут быть использованы после очистки, делятся на:

воды, образующиеся непосредственно в процессе производства (например, реакционная вода, дистилляты, промывочная вода, фильтраты);

сточные воды, образующиеся в результате очистки оборудования (например, во время технического обслуживания, промывки засоров или накипи продукта, очистки многоцелевого оборудования в связи со сменой продукта).

Повторное использование воды, полученной в результате мойки, ополаскивания и очистки оборудования, помимо снижения нагрузки на сточные воды имеет преимущество восстановления продукта и увеличения выхода продукции при условии, что вода циркулирует в самом производственном процессе. Для этого требуется оборудование для сбора, буферизации или хранения сточных вод, что может быть ограничивающим фактором. Существуют и другие возможности рециркуляции стоков в технологический процесс вместо их сброса: например, дождевая вода может собираться и использоваться для подачи в скрубберы; рециркуляция конденсатов.

Достигнутые экологические выгоды

Сокращение объемов первичного водопользования.

Сокращение объемов очищенных сточных вод.

Повторное использование/переработка материалов.

Экологические показатели и эксплуатационные данные

Очистка сточных вод с применением определенных методов очистки способствует повышению эффективности рециркуляции.

Кросс-медиа эффекты

Очистка сточных вод для последующей рециркуляции требует дополнительных затрат энергии и материалов, которые могут быть достаточно большими, чтобы свести на нет преимущества возможной рециркуляции.

Технические соображения, касающиеся применимости

Применение возможно, если такие компоненты, как побочные продукты или соли, не оказывают негативного влияния на качество конечной продукции.

Экономика

В зависимости от применяемого метода в каждом конкретном случае.

Движущая сила внедрения

Необходимость применения обусловлена следующими факторами:

снижение объемов водопотребления;

отсутствие мест для сброса сточных вод, например, ограниченное законодательством или местными условиями;

экономические аспекты (например, из-за снижения платы за использование свежей воды или за счет восстановления продуктов и увеличения выхода продукции).

4.8. Техники снижения уровня шумового воздействия

Основными источниками шума и вибрации на производстве являются вентиляционные установки, электродвигатели, компрессоры.

Образование шума сопровождает все стадии производственного процесса от подготовки сырья до процесса получения, складирования, выгрузки и отправки готовой продукции. Основными источниками образования шума на предприятиях химического сектора являются:

- транспорт, используемый при разгрузке и погрузке сырья и материалов;
- двигатели;
- трансформаторы и выпрямители;
- насосное оборудование;
- регулирующие клапана;
- вентиляторы (вентиляционные камеры);
- компрессоры;
- центрифуги;
- холодильные машины;

транспортировка сред в трубопроводах и других системах, не имеющих оптимальных размеров;

- транспортировка на территории и вблизи объекта, включая железные дороги;
- очистка технологического оборудования и др.

Для уменьшения шума применяются следующие основные методы:

- устранение причин шума в источнике его образования;
- изменение направленности излучения;
- рациональная планировка предприятий и цехов;
- звукоизоляция;
- звукопоглощение;
- применение средств индивидуальной и коллективной защиты.

Наиболее действенным способом борьбы с шумом является уменьшение его в источнике образования путем применения технологических и конструктивных мер, организации правильной наладки и эксплуатации оборудования. К конструктивным и технологическим мерам, позволяющим создать механизмы и агрегаты с низким уровнем шума, относят совершенствование кинематических схем. Своевременная смазка, тщательная регулировка, подтягивание болтовых соединений, замена изношенных частей, негодных фланцев и резиновых прокладок также приводят к уменьшению шума. В борьбе с вредным действием шума на производстве большое значение имеет правильная организация периодических перерывов в работе.

Изменение направленности излучения шума достигается соответствующей ориентацией установок по отношению к рабочим местам.

При рациональной планировке наиболее шумные источники должны располагаться по возможности дальше от другого оборудования. При этом шумные источники должны оказывать минимальное влияние на жилые массивы. Уменьшение шумов достигается также применением средств коллективной и индивидуальной защиты. Средствами коллективной защиты являются акустическая обработка рабочих помещений, улучшение герметичности дверных и др. проемов, которые позволяют уменьшить проникновение шума из этих помещений.

Одним из широко используемых на практике методов снижения шума на предприятиях является применение звукопоглощающих облицовок, которые служат для поглощения звука в помещениях с самим источником шума и в изолированных от него.

Для снижения уровня шумового воздействия возможно применение одного или комплекса мероприятий, указанных выше.

5. Техники, которые рассматриваются при выборе наилучших доступных техник

В данном разделе справочника по НДТ приводится описание существующих техник для конкретной области применения, которые предлагаются для рассмотрения в целях определения НДТ.

При описании техник учитывается оценка преимуществ внедрения НДТ для окружающей среды, приводятся данные об ограничениях в применении НДТ, экономические показатели, характеризующие НДТ, а также иные сведения, имеющие значение для практического применения НДТ.

Основной задачей описываемых в данном разделе методов является достижение минимальных показателей выбросов, сбросов, образования отходов с применением одной или нескольких техник в целях комплексного предотвращения загрязнения окружающей среды.

5.1. Производство фосфора и фосфорсодержащей продукции

5.1.1. Техники для предотвращения выбросов в атмосферный воздух

5.1.1.1. Снижение выбросов твердых частиц

Методы для уменьшения образования выбросов твердых частиц, применимые на начальном этапе производственного цикла, применимые ко всем производствам, рассматриваемым в рамках настоящего справочника по НДТ:

- оптимизация энерго- и ресурсосбережения;
- использование более чистых сырья и материалов;
- использование альтернативных (более чистых) видов топлива;
- предварительная обработка топлива;

превентивные меры по сокращению выбросов при обращении с сырьем и материалами, топливом (погрузка, разгрузка, хранение и пр.).

Для максимального сокращения выбросов пыли возможно проведение комплекса указанных мероприятий после оценки местных условий.

Все методы, направленные на предотвращение и/или сокращение выбросы пыли, можно разделить на первичные и вторичные:

к первичным можно отнести методы, связанные с организацией оптимальных решений при разгрузочно-погрузочных работах, перемещении материала, хранении и складировании вне помещений;

к вторичным – методы, обеспечивающее предотвращение/снижение выбросов пыли внутри производственных помещений (установка фильтров, распыление, струйное орошение и пр.). Вторичные мероприятия по предотвращению и сокращению количества пыли в отходящих газах включают технологии доочистки и природоохранные технологии в конце производственного цикла. При выборе метода очистки необходимо учитывать характеристики пыли, а также свойства газа, переносящего пыль. Основной задачей описываемых в данном разделе методов является достижение минимальных показателей выбросов общей пыли в отходящих газах с применением одного или нескольких из них.

5.1.1.1.1. Циклоны

Описание

Оборудование для удаления пыли из технологического отходящего газа или потока отработанного газа, основанное на использовании центробежных сил.

Технологическое описание

Циклоны предназначены для сухой очистки воздуха и газов, выделяющихся при некоторых технологических процессах (сушка, обжиг, агломерация, сжигание топлива и т.д.), а также для очистки аспирационного воздуха. Для удаления частиц из отходящего газового потока используется инерция, которая действует путем создания центробежными силами двойной вихревой воронки внутри тела циклона. Входящий газ приводится в круговое движение вниз по циклону рядом с внутренней поверхностью трубки циклона. В нижней части газ поворачивается и вращается вверх по центру трубки и выходит из верхней части циклона. Частицы в потоке газа под действием центробежной силы вращающегося газа выталкиваются к стенкам циклона, но противопоставляются силе жидкостного сопротивления газа, проходящего через и из циклона. Крупные частицы достигают стенки циклона и собираются в нижнем бункере, тогда как мелкие частицы покидают циклон с выходящим газом.

Достигнутые экологические выгоды

Снижение выбросов в атмосферу.

Снижение нагрузки загрязняющих веществ, направляемых на окончательную обработку отходящих газов. Циклоны применяются для контроля твердых частиц размером 5 – 25 мкм (5 мкм с применением мультициклонов)

Экологические показатели и эксплуатационные данные

Степень улавливания пыли в значительной степени зависит от размера частиц и увеличивается по мере возрастания нагрузки загрязняющим веществом: для стандартных отдельных циклонов данная величина ориентировочно равна 70 %–90 % для общего количества взвешенных частиц, 30 % — 90 %.

Циклоны применяются в качестве предварительных очистителей для более эффективных систем очистки (тканевые и электрофильтры). Это объясняется низкими показателями эффективности, которые, как правило, не отвечают нормам загрязнения воздуха.

Кросс-медиа эффекты

Необходимость утилизации остатков пыли, если повторное использование/ рециркуляция невозможны. Необходимость рассмотрения дальнейшей обработки или утилизации токсичных выбросов пыли, которые могут образоваться ввиду специфики производства и типа источника выделения. Дополнительный расход энергии для питания вентиляторов.

Технические соображения, касающиеся применимости

Применимо.

Экономика

В зависимости от применяемого метода в каждом конкретном случае.

Движущая сила внедрения

Экологическое законодательство.

5.1.1.1.2. Тканевые фильтры

Описание

Тканевые фильтры (рукавные фильтры) изготавливаются из пористой тканой или войлочной ткани, через которую пропускаются газы для удаления частиц. Использование тканевого фильтра требует выбора ткани, подходящей для характеристик отходящего газа и максимальной рабочей температуры.

Технологическое описание

Очистка отходящих газов посредством использования тканевых фильтров заключается в том, что отработанные газы проходят через плотно сплетенную или войлочную ткань, в результате чего твердые частицы собираются на ткани путем просеивания или другими способами.

Тканевые фильтры можно сгруппировать, используя такие признаки, как:

форма фильтровальных элементов (рукавные, плоские, клиновые и др.) и наличие в них опорных устройств (каркасные, рамные);

место расположения вентилятора относительно фильтра (нагнетательные, работающие под давлением, и всасывающие, работающие под разрежением);

способ регенерации ткани (встряхиваемые, с обратной продувкой, с вибрационным встряхиванием, с импульсной продувкой и др.);

наличие и форма корпуса для размещения ткани (прямоугольные цилиндрические, открытые или бескамерные);

число секций в установке (однокамерные и многосекционные);

вид используемой ткани (стеклотканевые и др.).

Способы регенерации тканевых фильтров подразделяют на механические (обычно встряхивание, иногда кручение) и пневматические (различные виды обратной продувки : непрерывная, пульсирующая, импульсная, струйная).

Самым распространенным типом используемых фильтров являются тканевые фильтры в виде мешков, при этом несколько отдельных фильтрующих элементов из ткани размещаются вместе в группе. Образующийся на фильтре пылевой кек может значительно повысить эффективность сбора. Тканевые фильтры также могут быть в виде листов или картриджей.

Добавление рукавной камеры, расположенной после электростатического фильтра, позволяет достичь очень низкого уровня выброса твердых частиц.

В случае содержания в поступающих отработанных относительно крупных частиц, для снижения нагрузки на тканевый фильтр, особенно при высокой концентрации частиц на входе, для дополнительной предварительной очистки могут использоваться механические коллекторы (циклоны, электростатические фильтры и др.).

Достигнутые экологические выгоды

Удаление твердых частиц размером до 2.5 мкм. Удаление конкретных газообразных загрязняющих веществ возможно в случае сочетания их с системами, расположенными после пылеуловительной камеры с рукавными фильтрами и связанными с внесением дополнительных материалов, в том числе с адсорбцией и сухим вдуванием извести/бикарбоната натрия.

Экологические показатели и эксплуатационные данные

Производительность зависит от типа применимого оборудования для очистки и может находиться в пределах 99 – 99,9 %.

Кросс-медиа эффекты

Энергоемкость. Расход фильтровальных материалов.

Технические соображения, касающиеся применимости

Применимо.

Экономика

В зависимости от применяемого метода в каждом конкретном случае.

Движущая сила внедрения

Снижение выбросов в окружающую среду. Требования экологического законодательства. Экономия ресурсов.

5.1.1.1.3. Электрофильтры

Описание

Частицы, подлежащие удалению, заряжаются и разделяются под воздействием электрического поля. Эффективность очистки может зависеть от количества полей, времени пребывания и предшествующих устройств для удаления частиц. Электростатические фильтры могут быть сухого или мокрого типа в зависимости от метода, используемого для сбора пыли с электродов. Мокрые электрофильтры обычно используются на стадии удаления остаточной пыли и капель после абсорбции.

Технологическое описание

Принцип работы электростатического фильтра заключается в улавливании частиц в потоке поступающего отработанного газа посредством электрической силы на пластины коллектора. Уловленные частицы получают электрический заряд, когда они проходят через корону, где протекает поток газообразных ионов. Электроды в центре проточной полосы поддерживаются при высоком напряжении и создают электрическое поле, которое заставляет частицы двигаться к стенкам коллектора. При этом необходимо поддержание напряжения постоянного тока в диапазоне 20 – 100 кВт. Электрофильтры ионной абразивной обработки обычно работают в диапазоне 100 – 150 кВт для обеспечения высокой эффективности сепарации. Эффективность удаления частиц пыли обычно составляет от 97 % до более чем 99 %.

Достигнутые экологические выгоды

Снижение выбросов в атмосферу (улавливание твердых частиц размером менее 1 мкм). Возможность вторичного использования уловленных частиц.

Экологические показатели и эксплуатационные данные

Производительность по улавливанию твердых частиц (с минимальным размером <1 мкм) от 99 % до более чем 99,99 % в диапазоне от 0,01 до >100 мкм.

Кросс-медиа эффекты

Энергоемкость.

Технические соображения, касающиеся применимости

Применимо.

Экономика

В зависимости от применяемого метода в каждом конкретном случае.

Движущая сила внедрения

Сокращение выбросов твердых частиц с возможностью их повторного использования.

5.1.1.1.4. "Мокрые" пылеуловители

Описание

Удаление твердых загрязняющих веществ из технологического отходящего газа или потока отходящего газа путем переноса газов в подходящую жидкость, часто воду или водный раствор.

Технологическое описание

"Мокрая" очистка от пыли является разновидностью мокрой очистки газов, при этом используются те же или эквивалентные методы для удаления или регенерации твердых частиц в дополнение к газообразным соединениям.

Мокрая очистка от пыли подразумевает отделение пыли путем интенсивного смешивания поступающего газа с водой обычно в сочетании с удалением крупных частиц с помощью центробежной силы. Для этого газ вводится тангенциально (под углом сбоку). Удаленная твердая пыль собирается в нижней части скруббера. Помимо пыли также могут быть удалены неорганические химические вещества, такие как SO_2 , NH_3 , NH_4Cl , летучие органические соединения и тяжелые металлы. Основной целью, для которой применяется скруббер, является удаление пыли.

В основном используются следующие виды скрубберов:

скрубберы с подвижной насадкой;

тарельчатые (пенные) скрубберы;

барботажно-пенные скрубберы;

распылительные башни, в которых моющая жидкость распыляется или рассеивается быстро вращающимся распылительным диском или вращающимися распылителями, создавая большую поверхность контакта для капель и поступающего газа. Существуют варианты распылительной башни, в которой нет вращающейся турбины;

скрубберы Вентури, характерной особенностью которых является сужение канала - что приводит к увеличению скорости газа. Жидкость вводится в скруббер и образует пленку на стенках, которая распыляется потоком газа в суженном канале. Скрубберы Вентури являются высокоэффективными устройствами для очистки от твердых частиц, вплоть до частиц субмикронных размеров. Они также могут использоваться для удаления следовых газов, особенно реактивных суспензий. Проблема, возникающая при использовании этого метода, заключается в эрозии, которая может возникнуть из-за высокой скорости в канале. Горло канала иногда оснащается огнеупорной футеровкой, чтобы противостоять истиранию частицами пыли. Вентури изготовлен из коррозионностойкого материала, рассчитанного на максимальный срок службы. Окончательный выбор материала зависит от таких факторов таких как температура, истирание, коррозия и химические воздействия. Эффективность сбора увеличивается со скоростью газа и перепадом давления. Как правило, для скрубберов Вентури не требуется предварительная обработка, хотя в некоторых случаях отходящий газ отходящий газ закаливается для снижения температуры для скрубберов, изготовленных

из материалов, которые могут подвергаться воздействию высоких температур. Когда поток отходящих газов содержит как твердые частицы, так и газы, подлежащие контролю, скрубберы Вентури могут использоваться в качестве устройства предварительной очистки, которое удаляет твердые частицы, для предотвращения засорения последующей установки для очистки отходящих газов.

Достигнутые экологические выгоды

Сокращение выбросов пыли.

Эффективность методов мокрой очистки пыли сильно зависит от размера твердых частиц и собираемых аэрозолей.

Экологические показатели и эксплуатационные данные

Производительность очистки отходящих газов от твердых частиц зависит от типа оборудования и находится в пределах 50 – 99 %. В случае пыли абсорбция (также называемая очисткой от пыли) может сочетаться с последующей обработкой путем фильтрации (например, абсолютные фильтры или тканевые фильтры) или электростатического осаждения. Эффективность удаления пыли обычно составляет от 90 % до более чем 99 %.

Кросс-медиа эффекты

Потребление воды в значительной степени зависит от входящей и выходящей концентрации газообразных соединений. Потери на испарение в основном определяются температурой и влажностью входящего газового потока. Выходящий газовый поток в большинстве случаев полностью насыщен водяным паром. Обычно необходима очистка рециркулирующей жидкости в зависимости от ее разложения и потерь на испарение. В результате абсорбции образуется отработанная жидкость, которая обычно требует дальнейшей обработки или утилизации, если она не может быть использована повторно.

Технические соображения, касающиеся применимости

Как правило, не существует технических ограничений для применения этой техники. Использование абсорбции зависит от наличия подходящей абсорбента.

Экономика

В зависимости от применяемого метода в каждом конкретном случае.

Движущая сила внедрения

Снижение выбросов в атмосферный воздух.

Экологическое законодательство.

Экономические выгоды.

5.1.1.1.5. Комбинации методов очистки

По комбинированному методу очистки подразумевается применение одновременно двух и более из вышеуказанных методов очистки. Это необходимо для достижения

максимального эффекта. Выбор методов очистки для комбинирования зависит от особенностей промышленных выбросов и используемого технологического оборудования.

5.1.1.1.5.1. Коагуляционные мокрые пылеуловители

Описание

Коагуляционный мокрый пылеуловитель (КМП) предназначен для очистки выбросов с начальной запыленностью воздуха до 30 г/м и улавливания пылевых частиц размером не менее 20 мкм, а также для очистки удаляемого вытяжными системами вентиляции воздуха от пыли мелкой и средней дисперсности концентрацией от 0,05 до 100 г/м³.

Технологическое описание

Конструктивно газопромыватель представляет собой трубу-распылитель (скруббер Вентури) и циклон-каплеуловитель (ЦВП). Вода подается в трубу Вентури центрально в зоне конфузора. Распылительная форсунка на выходе из сопла оснащена отбойником, дробящим жидкостный поток. В основе принципа работы скруббера Вентури лежат диспергирование воды потоком газа, захват каплями воды пылевых частиц и их коагуляция с последующим осаждением в циклоне-каплеуловителе. Конструкция скруббера Вентури представляет собой три секции: конфузор (сужающаяся секция), горловина, диффузор (расширяющаяся секция). Входящий газовый поток поступает в конфузор, где его скорость увеличивается по мере уменьшения площади поперечного сечения. В горловине трубы скорость потока газа достигает 40–70 м/с. Одновременно с этим по расположенным сбоку патрубкам в горловину подается промывочная жидкость. Вследствие движения газа с очень высокой скоростью в узкой горловине возникает большая турбулентность газового потока, разбивающая поток жидкости на множество мелких капель (то есть происходит диспергирование жидкости). Содержащаяся в газе пыль оседает на поверхности капель. Из горловины смесь газа и мелких капель жидкости поступает в диффузор, где скорость газового потока уменьшается ввиду увеличения площади поперечного сечения, а турбулентность снижается, благодаря чему мелкие капли объединяются в более крупные. Так происходит коагуляция капель жидкости с адсорбированными на них частицами пыли. На выходе из коагулятора запыленные капли жидкости отделяются от газового потока и поступают в циклон типа ЦВП.

Достигнутые экологические выгоды

Снижение выбросов в атмосферный воздух

Экологические показатели и эксплуатационные данные

Степени очистки воздуха от пыли в КМП зависят от диаметра частиц, удельной мощности контактирования, т.е. мощности, которая затрачивается только на контактирование газа с жидкостью.

Кросс-медиа эффекты

Затраты энергии. В результате абсорбции образуется отработанная жидкость, которая обычно требует дальнейшей обработки или утилизации, если она не может быть использована повторно.

Технические соображения, касающиеся применимости

Применимо.

Экономика

В зависимости от применяемого метода в каждом конкретном случае.

Движущая сила внедрения

Снижение выбросов в атмосферный воздух.

Экологическое законодательство.

Экономические выгоды.

5.1.1.1.5.2. Инерционно-турбулентный аппарат с регулируемой подвижной насадкой (ИТПН с РПН)

Описание

Очистка отходящих газов с использованием двухступенчатой схемы пылеулавливания, включающей сухую очистку (циклон) на первой ступени и мокрую (с применением ИТПН с РПН) - на второй.

Технологическое описание

Принцип действия аппарата основан на использовании трех зон улавливания твердых частиц с новой высокоэффективной конструкцией каплеуловителя, более интенсивным инерционно-турбулентным механизмом улавливания за счет применения насадочных элементов с изменяющимся вертикальным шагом. Отходящие газы, прошедшие предварительную сухую очистку в циклонах с помощью вентилятора через секционные входные патрубки, поступают в аппарат ИТПН с РПН, ударяются о зеркало жидкости и эжектируют ее в виде капель в контактную зону. При ударе о поверхность преобладает инерционный механизм осаждения крупных частиц и пыли. Уровень жидкости поддерживается с помощью регулятора уровня жидкости, размещенного в переливном баке. Газожидкостной поток с нижней части контактной зоны, где насадочные элементы расположены с шагом 150–200 мм, образует интенсивный пенный слой. Для этой зоны преобладают инерционно-турбулентный механизм улавливания более крупных частиц и диффузионный механизм для мелких частиц пыли. В верхней части контактной зоны, где насадочные элементы расположены с шагом 200–240 мм, происходит сепарация капель жидкости и прореагировавших частиц пыли. Затем газожидкостный поток поступает в завихритель центробежного каплеуловителя, который придает потоку вращательное движение. За счет действия центробежных сил на внутренней стенке сепаратора образуется жидкостная пленка, которая стекает через кольцевой зазор, образованный между внутренней и внешней оболочками каплеуловителя, в сливной карман. Это увеличивает

эффективность каплеуловителя, т. к. исключается вторичный каплеунос с поверхности жидкостной пленки.

Достигнутые экологические выгоды

Снижение выбросов в атмосферный воздух

Экологические показатели и эксплуатационные данные

Средняя эксплуатационная эффективность пылеулавливания в двухступенчатой схеме очистки с применением циклона и аппарата ИТПН составляет 98 %.

Кросс-медиа эффекты

Затраты энергии. В результате абсорбции образуется отработанная жидкость, которая обычно требует дальнейшей обработки или утилизации, если она не может быть использована повторно.

Технические соображения, касающиеся применимости

Применимо.

Экономика

В зависимости от применяемого метода в каждом конкретном случае.

Движущая сила внедрения

Снижение выбросов в атмосферный воздух.

Экологическое законодательство.

Экономические выгоды.

5.1.1.2. Конденсация желтого фосфора из печного газа

В производстве желтого фосфора переход фосфора из газообразного состояния в жидкое состояние протекает в конденсаторах скрубберного типа путем орошения фосфорсодержащего газа водой. Печной газ, поступающий после пылеочистки в электрофильтрах на конденсацию, содержит 5 - 7 % парообразного фосфора, до 85 % оксида углерода, 10 - 15 % общего азота, примеси, из которых основным являются SiF_4 , PH_3 , H_2 , H_2S , CO_2 , H_2O , а также остаточную пыль, не уловленную в электрофильтрах. Процесс конденсации осуществляется в последовательно включенных "горячем" газоходе, "горячем" и "холодном" конденсаторах с приемниками фосфора.

В технологическую нитку конденсации входят последовательно включенные "горячий" газоход, "горячий", "холодный" конденсаторы с приемниками фосфора, насосами, баками и системой трубопроводов. Из электрофильтров печной газ по горячим газоходам поступает в "горячие" конденсаторы (1 ступень конденсации). "Горячий" конденсатор представляет собой полый скруббер, свободно на лапах подвешенный к перекрытию. Нижним суженным концом конденсатор опущен в приемник фосфора. Герметичность соединения конденсатора с приемником обеспечивается кольцевыми гидрозатворами с глубиной погружения 0,5 м (500 мм). Для дополнительного охлаждения, в случае нарушения температурного режима, "горячие" конденсаторы имеют наружное орошение оборотной водой грязного цикла.

Охлаждающая вода подается по кольцевым перфорированным трубопроводам, расположенным по высоте конденсаторов, и пленкой стекает по его сторонам, собираясь в кольцевые поддоны, откуда возвращается в "грязный" оборотный цикл. В горячем газоходе газ и вода движутся по принципу прямотока, а в "горячем" конденсаторе - по принципу противотока. В первой ступени конденсации улавливается 98 - 99 % фосфора, содержащегося в газе. Печной газ из верхней части конденсатора фосфора первой ступени по газоходу поступает в конденсатор второй ступени ("холодный" конденсатор), где улавливается фосфор, не уловленный в конденсаторе первой ступени. "Холодный" конденсатор - полый скруббер, орошаемый водой с помощью форсунок, расположенных по его высоте. Уловленный во второй ступени фосфор выпадает в виде твердых частиц, налипающих на стенки конденсатора и приемника фосфора, расположенного под конденсатором. Фосфор, накопившийся в приемниках "горячих" и "холодных" конденсаторов, загрязнен шламом и представляет собой фосфор-сырец, который для получения товарного фосфора подвергается отстаиванию в отделении отстоя фосфора. Очищенный печной газ, основными компонентами которого являются окись углерода и азота, которые поступают из верхней части холодного конденсатора на свечи, где сгорают в виде факела. Очистка печного газа является одной из стадий технологического процесса получения желтого фосфора.

Реализация проекта "Система утилизации печного газа" направлена на улучшение экологической обстановки на площадке. Использование печного газа в качестве топлива на зажигательных горнах агломашин № 2, № 3 позволит уменьшить выбросы в атмосферу вредных веществ, в том числе:

- пентаоксид фосфора на 55,32 тонн/год;
- диоксид серы на 10,3 тонн/год;
- фтористых соединений на 2,25 тонн/год.

5.1.1.3. Абсорбция

Описание

Удаление газообразных или твердых загрязняющих веществ из технологического отходящего газа или потока отходящего газа, которое основано на поглощении вредоносных и нежелательных примесей из газа жидкостью.

Технологическое описание

Метод абсорбции основывается на разделении газо-воздушной смеси на составные части посредством поглощения одного или нескольких газовых компонентов (абсорбатов) этой смеси жидким поглотителем (абсорбентом) с образованием раствора.

Описываемый процесс делится на физическую и химическую абсорбцию. В первом случае улов газов происходит без протекания химической реакции, во втором случае с ее протеканием в слое поглотителя. Физическая абсорбция чаще всего является обратимым процессом. Для сокращения расходов на абсорбенты при обратимых

реакциях применяют абсорбционно-десорбционные установки. В десорберах происходят регенерация улавливающей жидкости, т.е. выделение из нее поглощенного компонента. Если для сорбции требуются высокое давление и низкая температура, то для обратного течения процесса (десорбции) необходимы высокая температура и низкое давление.

Одним из важных моментов при очистке воздуха в аппаратах-абсорберах является правильный подбор улавливающей жидкости. Абсорбент выбирают по следующим критериям:

- поглотительная способность;
- зависимость поглотительной способности от изменения термо-барометрических характеристик;
- селективность к выбранному веществу;
- стоимость;
- возможность регенерации.

Скруббер - абсорбер – это устройство, работа которого основана на поглощении вредоносных и нежелательных примесей из газа жидкостью. Принцип работы основан на последовательном промывании газов жидким поглотителем и перевохом загрязняющих компонентов в жидкую фазу.

Зачастую производственные линии включают несколько очистных устройств, подсоединенных последовательно. При наличии пыли в газоздушном потоке абсорбционная установка комплексной очистки газа состоит из нескольких ступеней:

Пылеулавливание. Основная цель – полностью удалить механические примеси из потока газа. На данной ступени могут применять скрубберы Вентури, скрубберы с подвижной насадкой, рукавные фильтры, электрофильтры.

Химическая очистка от газовых примесей. Количество и последовательность ступеней химической очистки могут варьироваться в зависимости от требований производства.

Основными типами абсорберов мокрого типа являются:

распыливающие полые абсорберы: устройство представляет собой полую вертикальную цилиндрическую колонну, снизу которой подведен газопровод. Вверху камеры установки расположены форсунки, распыляющие очищающую жидкость. Внутри абсорбера происходит контакт примесей газа с мелкодисперсными каплями реагента. Надежность, долговечность, неприхотливость обусловлена отсутствием механических узлов, обслуживание сводится к периодической очистке нижней камеры и промывке форсунок.

насадочные: абсорберы такого типа работают по схожему принципу. Отличие в том, что воздушный поток проходит сквозь секции с насадкой, разделенные решетками. Насадка — это твердые тела с большой площадью контакта. Орошение производится таким образом, чтобы вся насадка была смочена. Взаимодействие газов с примесями

происходит на поверхности насадочных тел, а отработанная жидкость стекает в нижнюю часть абсорбера, где собирается и направляется в циркуляционный бак, а оттуда на повторное использование. Современные насадочные абсорберы способны уловить 99,9 % примесей и не создают высокое сопротивление.

пенные: установки данного типа проявили свою эффективность в процессах очистки промышленного воздуха от пыли, фтористых, аммиачных, серных и других токсичных компонентов. Скоростной пенный абсорбер может иметь в сечении окружность или прямоугольник. Достоинства установки следующие:

- полностью отсутствует брызгоунос;
- аппарат легко обслуживать;
- малые габаритные размеры;
- степень очистки – 98 %.

Внутри рабочей камеры расположены одно или несколько контактных устройств, внешне напоминающих тарелку с перфорацией, на которой происходит контакт. Жидкость направляется в рабочую камеру насосом посредством циркуляционных труб. Результатом контакта абсорбента с газом является газо-жидкостная пена, образующаяся на масообменной тарелке, где и происходит очистка. Далее очищенный газ поступает в сепаратор, который отделяет от него капельную влагу, а чистый газ выбрасывается в атмосферу.

Минусом данного типа оборудования является то, что мелкие перфорации на масообменной тарелке склонны к зарастанию, что требует частой остановки для обслуживания.

абсорберы Вентури: внешне абсорбер Вентури это цилиндрическая колонна с сужающейся горловиной. Конструкция позволяет изменять скорость пропускаемого газа для увеличения степени фильтрации и расширения спектра рабочих параметров. Изменением сечения горловины обеспечиваются:

- более эффективное удаление твердых взвешенных частиц и газовых компонентов при перепаде расхода газа;
- увеличение плотности орошения;
- увеличение контакта газовой фазы с абсорбентом.

Эффективность абсорберов Вентури достигается благодаря дроблению потока жидкости на мелкие капли из-за разности скоростей воздуха и жидкости в горловине. Для решения сложных задач на производствах возможна установка батареи, состоящий из нескольких абсорберов Вентури, подсоединенных последовательно. Количество установок и параметры каждой из них разрабатываются индивидуально для каждого производства.

Подбор должен производиться на основании расчета и моделирования процесса. В зависимости от целевого назначения и качественного состава загрязнений меняются не только система очистки, но и очищающая жидкость.

Применение абсорбционных методов обычно связано с использованием схем, включающих узлы абсорбции и при необходимости десорбции. Десорбцию растворенного газа (или регенерацию растворителя) проводят либо снижением общего давления (или парциального давления) примеси, либо повышением температуры, либо использованием двух приемов одновременно.

Достоинства абсорбционных методов являются экономичность очистки большого количества газов и осуществление непрерывных технологических процессов.

Достигнутые экологические выгоды

Сокращение выбросов в окружающую среду.

Эффективность очистки в газовых скрубберах зависит от времени пребывания газа в абсорбционной секции, типа используемой набивки, соотношения жидкости и газа (L/G), скорости обновления, температуры воды и добавления химических веществ.

Экологические показатели и эксплуатационные данные

В случае пыли абсорбция может сочетаться с последующей обработкой путем фильтрации (циклоны, рукавные фильтры) или электростатического осаждения.

Эффективность удаления пыли обычно составляет от 90 % до более чем 99 %.

Эффективность удаления аммиака обычно составляет от 95 % до более чем 99 %.

Эффективность удаления оксидов азота обычно составляет от 80 % до более чем 99 %.

Эффективность удаления газообразных фторидов обычно превышает 99 %.

Эффективность удаления оксидов серы обычно составляет от 98 % до более чем 99 %.

Кросс-медиа эффекты

Потребление воды в значительной степени зависит от входящей и выходящей концентрации газообразных соединений. Потери на испарение в основном определяются температурой и влажностью входящего газового потока. Выходящий газовый поток в большинстве случаев полностью насыщен водяным паром. Обычно необходима очистка рециркулирующей жидкости, в зависимости от ее разложения и потерь на испарение. В результате абсорбции образуется отработанная жидкость, которая обычно требует дальнейшей обработки или утилизации, если она не может быть использована повторно.

Технические соображения, касающиеся применимости

Как правило, не существует технических ограничений для применения этой техники. Использование абсорбции зависит от наличия подходящего абсорбента.

Экономика

В зависимости от применяемого метода в каждом конкретном случае.

Движущая сила внедрения

Снижение выбросов в атмосферный воздух.

Экологическое законодательство.

Экономические выгоды.

5.1.2. Техники очистки сточных вод

При выборе методов (технологических подходов), направленных на очистку сточных вод, содержащих загрязняющие вещества, необходимо учитывать состав и особенности сбрасываемых сточных вод.

Характеристики, учитываемые при оценке качества вод:

общие показатели: рН, минерализация (сухой остаток), БПК, ХПК, соотношение БПК:ХПК, содержание взвешенных веществ;

неорганические показатели: азотная группа (аммоний-ион, нитраты, нитриты, общий азот), общий фосфор, сульфиды, хлориды, сульфаты, фториды, металлы (Na, Ca, Mg, Al, Fe, Mn, Cr, Cu, Zn);

органические показатели: общий органический углерод, содержание нефтепродуктов, АОХ, фенолов, ПХДД/ПХДФ.

Значимость этих параметров и применимость их для контроля зависят от специализации конкретного предприятия и используемых им технологий, которые также определяют перечень загрязняющих веществ и их концентрацию до очистки.

Выбор технологических подходов, методов, мер и мероприятий, направленных на обработку вод, определяется составом и особенностями сточных вод конкретных возможностей применения. Перечисленные способы относятся к методам так называемым "на конце трубы", которые используются в случае, если предотвращение образования сточных вод невозможно или нецелесообразно по разным причинам. Воды после очистки могут быть использованы в производственных процессах. Все описываемые способы (методы) очистки вод можно разделить на механические, химические, физико-химические и биологические или биохимические. При выборе одного или комбинации методов очистки сточных вод необходимо учитывать характер загрязнения.

5.1.2.1. Биологический метод очистки сточных вод

Биологическая очистка – это разложение растворенных органических веществ с помощью микроорганизмов (т.е. бактерий) в качестве окислителей. Биоразлагаемость потока сточных вод можно по эмпирическому правилу, оценить по соотношению БПК/ХПК (до очистки).

Для удаления из сточных вод суспендированных, коллоидальных и растворенных органических веществ предусмотрена биологическая очистка осветленных стоков на аэротенках.

В основе биологического метода очистки сточных вод на аэротенках лежит жизнедеятельность активного ила. Активный ил представляет собой скопление (хлопья) различной консистенции микроорганизмов, способных использовать для своего питания находящиеся в сточных водах органические вещества (белки, углеводы, органические кислоты, спирты и другие вещества). Необходимые для

жизнедеятельности микроорганизмов азот, фосфор, калий получают из различных соединений, содержащихся в сточных водах. В процессе питания микроорганизмы получают материал для построения своего тела, вследствие чего происходит прирост биомассы бактерии. Для дыхания микроорганизмы используют кислород воздуха, который расходуется на окисление и минерализацию органических веществ стоков. Химические реакции, протекающие в живой клетке, ускоряются при помощи особых катализаторов – ферментов. При неблагоприятных условиях ферменты теряют свою способность к активности. Особое значение имеют: температура, рН, концентрация растворенных и токсичных веществ.

5.1.2.2. Сбор и очистка ливневых и дренажных вод

Не менее важным аспектом при производственной деятельности предприятия по обращению со сточными водами и их очистке является предотвращение неконтролируемых стоков с территории предприятия, таких как загрязненные ливневые воды. Для этих целей применяется разделение промышленно-ливневой канализация предприятия на 2 части:

для чистых ливневых стоков (стоки с административных площадок, дорог на территории объекта, с незагрязненных поверхностей крыш, парковочных зон);

для стоков с возможным загрязнением (загрязненные поверхности крыш производственных цехов, вода с производственных поверхностей цехов, площадки резервуарных парков и т. д.).

Дождевая вода с производственных площадок собирается либо в отстойники на местах, либо в другие центральные сооружения (резервуары или отстойники) для контроля на загрязненность, после чего принимается решение о сбросе непосредственно в водоприемник или на очистные сооружения. Преимуществом использования накопительных резервуаров или отстойников является возможность использования компактных очистных систем достаточно низкой производительности.

Помимо накопительной системы очистки ливневых вод возможно применение проточной схемы, принцип работы которой заключается в том, что вода поступает на очистные сооружения непосредственно из водосборной сети. Излишняя, не подлежащая очистке вода, сбрасывается по отводящему трубопроводу. Главным достоинством этой схемы является отсутствие необходимости в строительстве накопительного резервуара и подвода электроэнергии, что позволяет значительно сократить сроки монтажа очистных сооружений. К недостаткам проточной схемы можно отнести необходимость использования очистных систем большей производительности, чем при накопительных схемах.

Правильный выбор схемы водосбора, очистки и сброса ливневых и дренажных вод является одной из главных задач при предотвращении неконтролируемых

загрязненных стоков с территории предприятия. Правильность выбора обусловлена рациональностью технических решений, удобством эксплуатации, стоимостью строительства и обслуживания.

5.1.2.2.1. Пруд-накопитель

Описание

Пруд-накопитель применяется для хранения ливневых вод в течение какого-то определенного критического периода и их очистки с применением физических, биологических и химических методов очистки. Размер пруда зависит от необходимого гидравлического времени пребывания. В зависимости от вида загрязняющих веществ и времени пребывания воды в пруду может произойти эвтрофикация. Время от времени необходимо удалять осадок. Вода в пруду отводится через выпускное отверстие, состоящее из вертикального стояка, прикрепленного к горизонтальному стволу, который направляет поток дождевой воды под насыпью к приемнику. Отвод предназначен для отпуска избыточной воды для сохранения постоянного уровня вод в пруду. Стояки обычно устанавливаются в насыпи или на ее краю и закрываются мусоросборником для предотвращения засорения.

Достигнутые экологические выгоды

Удаление загрязняющих веществ.

Экологические показатели и эксплуатационные данные

Необходимо вести тщательный контроль технического состояния пруда-накопителя

Кросс-медиа эффекты

Образование осажденного ила в виде остатка и необходимость его утилизации.

Образование неприятного запаха из-за содержания легкоразлагающихся веществ в сбрасываемых водах.

Технические соображения, касающиеся применимости

Применимость может быть ограничена размерами территории, используемой под пруды-отстойники во избежание возможных разливов.

Экономика

В зависимости от применяемого метода в каждом конкретном случае.

Движущая сила внедрения

Недопущение попадания загрязняющих веществ в поверхностные воды.

5.1.2.3. Комбинации методов очистки

По комбинированному методу очистки подразумевается применение одновременно двух и более из вышеуказанных методов очистки. Это необходимо для достижения максимального эффекта. Стандартной схемой комбинирования методов очистки является последовательность из механического, биологического и физико-химического очищения. Выбор методов очистки для комбинирования зависит от особенностей промышленных стоков и водоема, куда идет слив очищенной воды.

5.1.2.4. Обезвоживание осадков сточных вод

5.1.2.4.1. Механическое обезвоживание осадков

Описание

Обезвоживание жидких осадков основывается на использовании следующих физических принципов:

фильтрация жидкой фазы через фильтрующий элемент под давлением или под вакуумом;

отделение жидкой фазы под действием центробежных сил, превышающих гравитационное поле.

Методы обезвоживания основанные на принципе фильтрации:

ленточные фильтр-прессы, в которых давление на осадок формируется протягиванием с двойной фильтровальной ленты, внутри которой находится осадок, через последовательность специальных валков;

камерные фильтр-прессы, в которых давление формируется высоконапорным насосом, закачивающим жидкий осадок в совокупность камер, внутри которых имеются фильтрующие элементы;

шнековые прессы (дегидраторы, обезвоживатели), в которых давление формируется шнеком, а в роли фильтрующего элемента выступает цилиндрическая сетка (стационарная либо подвижная наборная);

одноразовые фильтрующие мешки фильтрующие трубы (геотубы), в которых осадок обезвоживается под собственным весом.

Центробежное поле используется в одном типе аппаратов – центрифугах. Важным аспектом механического обезвоживания является кондиционирование осадка для придания ему оптимальных водоотдающих свойств. Для кондиционирования практически повсеместно используют органические полимерные флокулянты.

Достигнутые экологические выгоды

Уменьшение объема образуемого осадка, размещаемого в окружающей среде.

Возможность повторного использования растворенных соединений.

Экологические показатели и эксплуатационные данные

Контроль качества состава обрабатываемого осадка.

Кросс-медиа эффекты

Выделение запаха и дополнительный выброс загрязняющих веществ вследствие улетучивания их жидкого и обезвоженного осадка.

Технические соображения, касающиеся применимости

Применим.

Экономика

В зависимости от применяемого метода в каждом конкретном случае.

Движущая сила внедрения

Снижение воздействия на окружающую среду

5.1.2.4.2. Обезвоживание осадков на иловых площадках

Описание

Слив жидкого осадка на специальные подготовленные площадки (карты) для последовательного отделения части иловой воды (с ее сливом), подсушка посредством испарения влаги с поверхности, промораживание и отстаивание для дополнительного отделения воды.

Достигнутые экологические выгоды

Уменьшение объема образуемого осадка, размещаемого в окружающей среде.

Возможность повторного использования растворенных соединений.

Экологические показатели и эксплуатационные данные

Контроль качества состава размещаемого осадка.

Кросс-медиа эффекты

Нет.

Технические соображения, касающиеся применимости

Применима.

Экономика

В зависимости от применяемого метода в каждом конкретном случае.

Движущая сила внедрения

Снижения воздействия на окружающую среду.

5.1.3. Техники контроля загрязнения земли/почвы и управления отходами

Отходы ТОО "НДФЗ":

осадок от канализационных сооружений, солевые отходы, твердые бытовые отходы, непрореагировавшие зерна извести размещаются на собственном отвале ТБО площадью 4 га;

отработанные масла используются для собственных нужд;

котельная пыль внедрен проект по утилизации "котельного молока", в качестве обогащения фосфоритного сырья, а также производится переработка котельной пыли из шламонакопителей на фосфорно-калийное удобрение;

водонерастворимые комплексы сульфидов мышьяка и свинца утилизируются, согласно проекту, в руднотермических печах;

шлам известковой очистки фосфорсодержащих вод - производится утилизация на установке.

5.1.3.1. Утилизация "котельного молока"

Описание

Обработка "котельного молока" смесью серной и фосфорной кислот с последующим использованием в качестве сырья для производства фосфорно-калийных удобрений. Метод также применим в отношении "котельной пыли", которая образуется в результате осаждения в электрофильтрах из печного газа.

Технологическое описание

Метод утилизации "котрельного молока" основан на использовании его в производстве минеральных удобрений, включающий обработку "котрельного молока" смесью серной и фосфорной кислоты с последующей сушкой пульпы при температуре 150 - 250 °С в псевдоподвижном слое, характерной особенностью которого является то, что с целью снижения потерь серной кислоты при снижении расходов фосфорной кислоты смесь кислот предварительно смешивается с фосфоритной мукой и в полученную пульпу вводят "котрельное молоко".

Достигнутые экологические выгоды

Снижение воздействия на окружающую среду.

Экологические показатели и эксплуатационные данные

Необходимо контролировать соотношение используемых материалов, температуры.

Кросс-медиа эффекты

Отсутствует.

Технические соображения, касающиеся применимости

Применимо.

Экономика

В зависимости от применяемого метода в каждом конкретном случае.

Движущая сила внедрения

Законодательные требования в области охраны окружающей среды.

5.1.4. Снижение потребления энергии (энергетическая эффективность)

Производство фосфорных соединений в Казахстане уникально и по показателям энергоэффективности может быть отнесено к НДТ.

Анализ фактического потребления энергоресурсов показал, что в процессе производства фосфорных соединений потребляется значительное количество электроэнергии и природного газа. Необходимо продолжить работу по утилизации печного газа и сокращению использования природного газа. Значительно и потребление тепла, которое влияет на потребление природного газа, так как тепло производится в собственной котельной в виде технологического пара и горячей воды. Установленное котельное оборудование, как показал анализ, имеет значительный резерв по производительности, что позволяет говорить о возможности использования существующих паровых мощностей для производства собственной электроэнергии. Существует возможность для дальнейшей модернизации установок с целью увеличения производительности, снижения общего энергопотребления и негативного воздействия на окружающую среду, поэтому в составе представленных технологий по ряду подпроцессов технологической схемы в качестве частных НДТ рекомендуется проводить мероприятия, представленные в таблице 5.1.

Таблица .. Техники, направленные на повышение энергоэффективности, оптимизацию и сокращение ресурсопотребления при производстве фосфорных соединений

№ п/п	Наименование НДТ	Основание
1	2	3
1	Установка частотных регуляторов приводов электродвигателей насосов	Снижение расхода электроэнергии на собственные нужды
2	Внедрение частотных регуляторов для приводов технологических механизмов	Снижение расхода электроэнергии на собственные нужды
3	Точный температурный контроль стадий процесса	Повышение эффективности
4	Использование современных топочно-горелочных устройств с современной системой КИПиА, обеспечивающих постоянный температурный контроль полноты сжигания топлива	Повышение эффективности
5	Установка турбины мягого пара с противодавлением	Производство электроэнергии, утилизация тепла избыточного количества пара с давлением 13 кгс/см ² , снижение затрат на покупку электроэнергии

Описание

Системы, оборудование, позволяющие снизить расход электроэнергии, тепла на собственные нужды, осуществлять собственное производство электроэнергии на базе когенерационной установки, повысить энергоэффективность производства, снизить выбросы вредных веществ в атмосферу.

Техническое описание

Возможность решения экологических проблем за счет повышения энергоэффективности производства.

1. Установка частотных регуляторов приводов электродвигателей насосов. При регулировании производительности насоса изменением частоты вращения обеспечивается перемещение рабочей точки насоса по кривой характеристики трубопровода, а не насоса, как в случае с дросселированием. При этом избыточные напоры отсутствуют и обеспечивается минимальное энергопотребление. Регулирование частоты вращения насосов в насосной установке дает возможность оптимально распределить нагрузки между насосами, выровнять их КПД и удерживать в зоне оптимальных КПД их рабочие точки, снизив затраты энергии к минимальным значениям.

2. Внедрение частотных регуляторов для приводов технологических механизмов. Технологические режимы многих производственных механизмов на разных этапах работы требуют движения рабочего органа с различной скоростью, что обеспечивается либо механическим путем, либо путем электрического регулирования скорости электропривода. При этом требования к диапазону и точности регулирования скорости

могут изменяться в широчайших пределах в зависимости от области применения электропривода. Применение регулируемого частотного электропривода позволяет сберегать электроэнергию путем устранения неоправданных ее затрат, которые имеют место при альтернативных методах регулирования в технологических процессах.

3. Точный температурный контроль стадий процесса. Технологические процессы, происходящие при высоких температурах, связаны с потерями энергии, эти потери определяются температурным уровнем и температурными напорами, влияющими на эффективность теплообмена. Контроль и оптимизация температур стадий технологического процесса позволят повысить эффективность технологического процесса и снизить тепловые потери.

4. Использование современных топочно-горелочных устройств с современной системой КИПиА, обеспечивающих постоянный температурный контроль полноты сжигания топлива. Эффективное сжигание топлива с низким уровнем токсичных выбросов требует применения современных горелочных устройств, обеспечивающих контроль и регулирование избытков воздуха, а также контроль температурных уровней и полноты сгорания.

5. Установка турбины мягого пара с противодавлением. Одним из направлений повышения энергоэффективности производства является внедрение комбинированного производства тепла и электроэнергии. В производствах, имеющих избыток тепловых мощностей, целесообразно рассмотреть производство электроэнергии установкой паровой турбины с противодавлением, что позволит утилизировать тепло избыточного количества пара, снизить затраты на покупку электроэнергии.

Достигнутые экологические выгоды

Улучшение экологических показателей за счет повышения энергоэффективности технологических процессов и снижения расходов электроэнергии и тепла в процессе производства.

Экологические показатели и эксплуатационные данные

Информация по конкретным производствам отсутствует. По экспертным оценкам в зависимости от режимов работы оборудования применение ЧРП позволяет снизить расход электроэнергии на насосных агрегатах, мешалках конвейерах, мельницах от 20 до 50 %, повысить надежность и срок службы электродвигателей. Точный температурный контроль стадий процесса позволит экономить до 15 - 20 % тепла. Внедрение современных топочно-горелочных устройств с современной системой КИПиА позволяет экономить до 1 - 2 % топлива.

Кросс-медиа эффекты

Снижение энергоемкости производства. Повышение уровня культуры производства

Технические соображения, касающиеся применимости

Описанные выше компоненты, как правило, могут быть применены ко всем объектам, входящим в область действия настоящего документа. Объем (например, уровень детализации) и характер внедрения будут связаны с характером, масштабом и сложностью установки, а также с ее эффективностью и диапазоном воздействия на окружающую среду, которое она может оказывать.

Экономика

В зависимости от применяемого метода в каждом конкретном случае.

Движущая сила внедрения

Движущими силами для внедрения мероприятий по энергоэффективности являются :

- улучшение экологических показателей;
- повышение энергоэффективности;
- повышение уровня мотивации и вовлечения персонала;
- дополнительные возможности для снижения эксплуатационных затрат и улучшения качества продукции.

5.1.5. Мониторинг выбросов в атмосферный воздух

Перечни контролируемых параметров и веществ на предприятиях по производству желтого фосфора и фосфорсодержащей продукции в РК представлены в таблице 5.2.

Таблица .. Рекомендации по проведению мониторинга выбросов в атмосферный воздух

№ п/п	Наименование	Параметр, наименование ЗВ	Периодичность контроля *
1	2	3	4
1	Производство желтого фосфора и фосфорсодержащей продукции	P ₂ O ₅	Непрерывно
		PH ₃	
		Пыль общая	
		H ₂ S	
		Диоксид серы (SO ₂)	

* непрерывный мониторинг предполагает постоянное измерение и проводится посредством автоматизированной системы мониторинга на организованных источниках согласно требованиям действующего законодательства. В случаях, предусмотренных законодательством, допускается проведение периодического мониторинга - в соответствии с программой ПЭК, но не реже 1 раза в месяц.

5.1.6. Мониторинг сбросов в водные объекты

Производственный мониторинг водных ресурсов представляет единую систему наблюдений и контроля деятельности предприятия для своевременного выявления и оценки происходящих изменений, прогнозирования мероприятий, направленных на рациональное использование водных ресурсов и смягчение воздействия на окружающую среду.

В рамках производственного мониторинга состояния водных ресурсов предусматриваются контроль систем водопотребления и водоотведения и осуществление наблюдений за источниками воздействия на водные ресурсы рассматриваемого района, а также их рационального использования.

Результаты мониторинга позволяют своевременно выявить и провести оценку происходящих изменений окружающей среды при осуществлении производственной деятельности предприятия.

Мониторинг состояния водных ресурсов включает:

мониторинг эмиссий - наблюдения за объемами сбрасываемых сточных вод и их соответствие установленным лимитам; наблюдения за качеством сточных вод и их соответствие установленным нормам ПДС при отведении в приемник сточных вод;

мониторинг воздействия – наблюдения за качеством подземных и поверхностных вод; наблюдения за качеством вод приемника сточных вод – открытые водоемы (фоновые концентрации загрязняющих веществ), в случае возможного воздействия деятельности предприятия на водные ресурсы.

Все виды мониторинговых наблюдений проводятся в соответствии с графиками аналитического контроля, утвержденными на предприятии и согласованными с контролирующими органами. Данные, полученные в результате проведения мониторинговых наблюдений, обобщаются в отчетах по производственному мониторингу.

Наблюдения за качеством отводимых сточных вод осуществляются с целью охраны и рационального использования водных ресурсов, а также предотвращения воздействия на подземные воды в районе приемника сточных вод. При утилизации сточных вод в приемник сточных вод – природные водоемы или подземные горизонты должно соблюдаться требование об обязательном учете водоотведения, что является условием регулирования водохозяйственного баланса. На всех основных узлах сбора и распределения сточных вод установлены приборы учета отводимой воды.

Перечень контролируемых параметров качества сточных вод определяется в зависимости от их категории и должен полностью отражать состав сточных вод.

Перечень нормируемых веществ формируется на основе исходной информации об использовании веществ на конкретном предприятии и анализе данных о качестве исходной и сточных вод.

Таблица .. Рекомендуемая частота мониторинга сбросов сточных вод в водные объекты

№ п/п	Потоки	Параметры	Частота измерений
1	2	3	4
		Поток сточных вод	Непрерывно
		рН	Непрерывно
		Температура	Непрерывно

1	Входные потоки	ХПК	Периодически
		БПК	Периодически
		Общее количество взвешенных твердых веществ	Периодически
		Аммоний	Периодически
		Нитраты	Периодически
		Нитриты	Периодически
		Фосфаты (PO ₄)	Периодически
		Тяжелые металлы	Периодически
		Фенолы	Периодически
		Хлориды	Периодически
		Сульфаты	Периодически
		Цианиды	Периодически
		Другое	Для конкретного производства
2	Выходные потоки (после очистки)	Поток сточных вод	Непрерывно
		pH	Непрерывно
		Температура	Непрерывно
		ХПК	Периодически
		БПК	Периодически
		Общее количество взвешенных твердых веществ	Периодически
		Аммоний	Периодически
		Нитраты	Периодически
		Нитриты	Периодически
		Фосфаты (PO ₄)	Периодически
		Тяжелые металлы	Периодически
		Фенолы	Периодически
		Хлориды	Периодически
Сульфаты	Периодически		
Цианиды	Периодически		
Другое (углеводороды, фторид и т. д.)	Для конкретного производства		

Перечни контролируемых веществ при проведении мониторинга состояния систем водопотребления и водоотведения на предприятиях по производству желтого фосфора и фосфорсодержащей продукции в Республике Казахстан представлены в таблице 5.4.

Таблица .. Перечень контролируемых веществ при проведении мониторинга состояния систем водопотребления и водоотведения на предприятиях по производству желтого фосфора и фосфорсодержащей продукции в Республике Казахстан

--	--	--	--

№ п/п	Наименование	Параметр, наименование ЗВ	Периодичность контроля
1	2	3	4
1	Производство желтого фосфора и фосфорсодержащей продукции	Взвешенные вещества	Ежеквартально
		БПК5	
		ХПК	
		Сухой остаток	
		Хлориды	
		Сульфаты	
		Фосфаты (по Р)	
		Фтор	
		Азот аммонийный	
		Нитриты	
		Нитраты	
		Анионные и неионогенные поверхностно-активных вещества (СПАВ)	
Нефтепродукты			

* периодичность проведения измерений может изменяться (ежегодно, ежемесячно, ежедневно) в зависимости от характеристик принимающих объектов (естественные экосистемы, искусственные сооружения - пруды-накопители, пруды дополнительного отстаивания сточных вод).

Проводят определение этих же параметров в воде принимающих водных объектов, в водотоках исследования осуществляют в воде в точке смешения, а также выше и ниже по течению.

Контроль за соблюдением нормативов ПДС осуществляется непосредственно в местах выпуска сточных вод, согласованных с уполномоченным органом в области охраны окружающей среды, согласно "Инструкции по отбору поверхностных и сточных вод на химический анализ".

Контроль проводится согласно плана-графика контроля сточных вод. Для исключения получения недостоверных данных о загрязнении сточных вод в результате производственной деятельности подразделений предприятия отбор проб сточных вод осуществляется в сухой период не ранее чем через 12 часов после выпадения осадков. При превышении норматива сброса загрязняющих веществ в выпусках сточных вод проводится внеплановый контроль на содержание тех загрязняющих веществ, по которым зафиксированы превышения.

Для контроля за эффективной эксплуатацией очистных сооружений отбор проб должен выполняться на входе и выходе из очистных сооружений.

Мониторинг воздействия осуществляется с целью определения фонового состояния подземных и поверхностных вод, в случае возможного влияния на них производственной деятельности предприятия:

пруд-накопитель – в районе расположения приемника сточных вод;

по периметру площадок захоронения отходов и размещения опасных материалов (полигоны ТБО, шламонакопители, отвалы), а также по периметру промплощадки.

Методом отбора проб из контрольно-наблюдательных скважин, преимущественно в паводковый период (весна-осень).

В скважинах, на которых производится отбор проб подземных вод, контролируются : уровни, температура, общие показатели химического состава и состояния воды.

5.1.7. Мониторинг состояния почвенного покрова

Перечни контролируемых веществ при проведении мониторинга состояния почвенного покрова на предприятиях по производству желтого фосфора и фосфорсодержащей продукции в Республике Казахстан представлены в таблице 5.5.

Таблица .. Перечень контролируемых веществ при проведении мониторинга состояния почвенного покрова на предприятиях по производству желтого фосфора и фосфорсодержащей продукции в Республике Казахстан

№ п/п	Наименование	Параметр, наименование ЗВ
1	2	3
1	Производство желтого фосфора и	Фосфаты
2	фосфорсодержащей продукции	Фтор

Мониторинг воздействия заключается в контроле качества почв на границе санитарно-защитной зоны, в районе расположения производственных площадок предприятия, а также участков возможного воздействия, оказываемого в результате производственной деятельности:

земледельческих полей орошения (производство фосфорсодержащих соединений);

отвала ТБО (производство фосфорсодержащих соединений);

участок хвостового хозяйства (производство плавиковой кислоты, определение содержания в почвах - фториды, сульфаты, ОАА, бериллий);

полигон ТПО (производство каустической соды, определение содержания в почвах - Cu, Pb, Zn, Hg и нефтепродукты).

Отбор проб проводится в конце лета - начале осени, то есть в период наибольшего накопления водорастворимых солей и загрязняющих веществ. Контролируемые параметры и вещества: оценка мощности абиотических наносов на поверхности почв, определение валового содержания, водорастворимых форм ЗВ.

5.1.8. НДТ, направленная на утилизацию (повторное использование) печного газа фосфорного производства в качестве теплотворного горючего компонента

Описание

Технологический процесс утилизации печного газа предусматривает использование печного газа в качестве топлива в смеси с природным газом и отдельно на зажигательных горнах агломашины и, кроме того, способствует снижению вредных выбросов (PH_3 , P_2O_5 , SO_2 , и др.) в атмосферу. Печной газ, образующийся в производстве желтого фосфора при восстановлении фосфоритов углеродом в руднотермических печах, после обеспыливания и конденсации фосфора содержит до 80 % окиси углерода (CO).

Техническое описание

Система утилизации печного газа (СУПГ) на зажигательных горнах агломашины состоит из:

межцехового газопровода печного газа от U образных гидрозатворов до агломашины;

установки и оборудования сжигания печного газа в цехе агломерации;

узла приготовления оборотной горячей воды;

станций сбора перекачки фосфоросодержащих стоков.

Газопровод от U образных гидрозатворов до агломашины выполнен из труб диаметром 800x11мм с уклоном не менее 0,02 мм на каждый 1 м. По трассе газопровода на низшей точке установлена насосная станция перекачки. Установленные по трассе газопровода у насосных станций U образные гидрозатворы являются отключающими устройствами и рассчитаны на 1,5 давления печного газа. Для отключения подачи печного газа необходимо заполнить гидрозатворы водой от узла насосной станции перекачки и еще предусмотрены для отключения подачи печного газа гидрозатворы горячей водой с температурой 80 °С от узла приготовления оборотной горячей воды с аварийного бака. Гидрозатворы считаются заполненными если в смотровом фонаре на переливной линии фиксируется наличие воды. Горячая вода для промывки газопровода и пар для пропарки подаются через верхние точки (ВТ) . Также через верхние точки газопровода предусмотрены дополнительные штуцеры (Ш) для подвода пара, азота, горячей воды, имеющие запорную арматуру, для исключения возможности попадания воздуха в газопровод. Кроме того, имеются продувочные свечи с обеих сторон на каждом гидрозатворе, на которых установлены пробоотборники для контроля состава газа в газопроводе. Стоки от промывки газопровода поступают в сборник (бак) ФС, установленный на насосной станции № 1 и затем перекачиваются в отделение нейтрализации цеха. Трубопроводы ФС промываются горячей водой после каждой откачки ФС. Станция сбора и перекачки конденсата (ФС) предназначена для сбора и удаления стоков и фосфора, конденсирующихся в газоходах печного газа.

Также печной газ, содержащий угарный газ, направляется на совмещенный процесс сушки в производстве ТПФН. Стадии прокаливания и сушки проходят в одном

совмещенном аппарате – распылительной сушилке. Перспективным считают проведение процесса в печи кипящего слоя, куда направляется теплотворный газ CO из печного отделения.

Достигнутые экологические выгоды

Предотвращение выбросов токсичного газа в атмосферу.

Экологические показатели и эксплуатационные данные

Полная утилизация угарного газа в качестве теплотворного горючего компонента вместо природного газа.

Кросс-медиа эффекты

Отсутствуют.

Технические соображения, касающиеся применимости

Применимо в фосфорной промышленности.

Экономика

Снижение затрат на природный газ при агломерации фосфоритной мелочи и сушке ТПФН.

Движущая сила внедрения

Экономические и экологические выгоды.

5.1.9. НДТ, направленная на повышение безопасности продукции

Описание

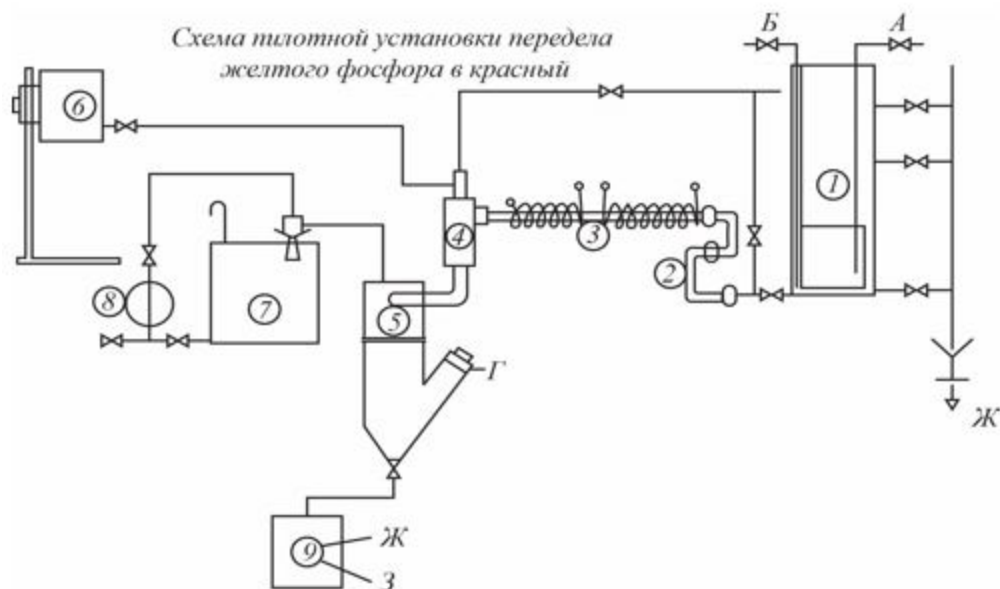
Внедрение новых инновационных технологий по подготовительным процессам, а также расширение ассортимента выпускаемой продукции, востребованным рынком, являются перспективными направлениями и в этой связи наряду с выпуском высокоактивного желтого фосфора большую перспективу имеет разработка технологии получения красного фосфора.

Красный фосфор – это более стабильная модификация элементарного фосфора. Красный фосфор имеет формулу P_n и представляет собой полимер со сложной структурой. Красный фосфор на воздухе не самовоспламеняется вплоть до температуры 240–250 °С. Ядовитость его в тысячи раз меньше, чем у желтого, поэтому красный фосфор является основной модификацией, потребляемой промышленностью. Он применяется в производстве спичек, зажигательных составов, различных типов топлива, а также противозадирных смазочных материалов, в качестве газопоглотителя в производстве ламп накаливания.

Техническое описание

Способ (рисунок 5.1) основан на закалке (резком охлаждении) перегретых до температуры выше 1200 °С паров фосфора. При этом образуется красный фосфор. В данной пилотной установке испарение и перегрев паров фосфора осуществляются спиральными нагревательными через стенку трубы последовательно из нержавеющей стали и кварца. Высокая скорость охлаждения паров (закалка) достигается за счет

тонкого распыливания воды и скоростного потока перегретых паров в скруббере Вентура. Далее продвигается отделение суспензии красного фосфора в воде от потока паров, воды и азота.



А – желтый фосфор, Б – вода горячая, В – азот 0,2 МПа, Г – азот 3 КПа, Д – конденсат, Ж – загрязненная вода канализации, З- красный фосфор.

1 – бак напорный фосфора, 2 - капилляр дозомер, 3 – нагреватель, 4 – запорное устройство, 5 – сепаратор, 6 – бак напорный конденсата, 7 – бак, 8 – осадитель, 9 – насос циркуляционный водяной, 10 – емкость сбора суспензии

Рисунок .. Схема пилотной установки передела желтого фосфора в красный

Достигнутые экологические выгоды

Новая продукция имеет безопасные и экологически безвредные характеристики.

Экологические показатели и эксплуатационные данные

Новая продукция имеет безопасные и экологически безвредные характеристики. Транспортировка, хранение, обращение и использование при эксплуатации красного фосфора не требуют дополнительных мер защиты и техники безопасности в отличие от желтого фосфора. Возможности снижения пожаро- и взрывоопасности при хранении и эксплуатации.

Кросс-медиа эффекты

Процесс получения красного фосфора требует специального оборудования и материалов, таких как нержавеющая стали и кварц для обеспечения снижения рисков коррозионных процессов.

Технические соображения, касающиеся применимости

Применимо на предприятиях производства желтого фосфора.

Экономика

Дополнительная прибыль за счет расширения ассортимента.

Движущая сила внедрения

Экономические и экологические выгоды.

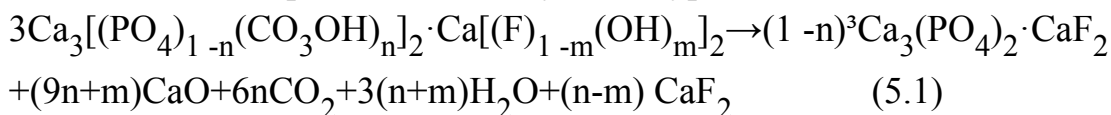
5.1.10. НДТ, направленная на предотвращение выбросов путем использования котельного молока в технологических процессах

Описание

Котельное молоко является водной суспензией пыли после восстановительной плавки шихты в производстве желтого фосфора. Учитывая значительное содержание фосфорных соединений в котельной пыли, котельное молоко может быть использовано для получения фосфорсодержащих продуктов. Так, котельное молоко может использоваться для агломерации фосфоритной мелочи и получения фосфор-калийных удобрений.

Техническое описание

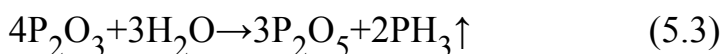
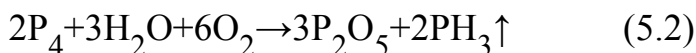
В агломерационном процессе котельное молоко из приемных емкостей подается в состав аглошихты центробежными насосами с помощью дозирующих устройств. При термообработке фосфатного сырья протекают сложные процессы термической диссоциации фосфатного вещества, включающие дегидратацию и декарбонизацию. В общем виде можно представить следующим уравнением:



где n – доля замещенного углеродом фосфора, m – доля атомов фтора, замещенного гидроксидом.

Подача суспензии котельного молока происходит перед горном, и при прохождении через горн агломашины вследствие высокой температуры, создаваемой горелками агломашины, происходит испарение влаги, содержащейся в котельном молоке, с одновременным полным окислением фосфора и его низших оксидов, составляющих в суспензии P_4 до 2.7 %, P_2O_5 до 1.3 %.

Процесс может быть представлен по схеме:



Фосфорный ангидрид (P_2O_5), проходя через горячий слой агломерата, взаимодействует с твердыми растворами силикатов кальция. В системе $\text{CaO}-\text{SiO}_2-\text{P}_2\text{O}_5$ образуются непрерывный ряд твердых растворов между $\text{CaO} \cdot x\text{SiO}_2$ и вновь образованным метафосфатом кальция $3\text{CaO} \cdot x\text{P}_2\text{O}_5$, а также соединения $5\text{CaO} \cdot x\text{P}_2\text{O}_5 \cdot x\text{SiO}_2$ и $7\text{CaO} \cdot x\text{P}_2\text{O}_5 \cdot 2\text{SiO}_2$.

Присутствие метафосфата кальция способствует упрочнению агломерата за счет его оплавления и блокировки микротрещин.

Переработка твердых остатков котельного молока на фосфорно-калийные удобрения предусматривает использование процесса экстрагирования смесей котельного молока и низкосортной фосфоритной муки, разбавленной азотной кислотой для окисления свободного фосфора, и дальнейшее сушке полученной массы в барабанном сушильном грануляторе (БГС) для удаления влаги и грануляции полученной продукции в гранулы диаметром 2 - 4 мм. Из БГС подается в кубель и вывозится на затаривание.

Достигнутые экологические выгоды

Полная утилизация фосфорсодержащих твердых отходов

Экологические показатели и эксплуатационные данные

При использовании котельного молока в агломерационном процессе достигается повышение эффективности производства обогащенного и офлюсованного фосфоритного агломерата за счет использования котельного молока, содержащего до 16 - 18 % P_2O_5 . Повышение содержания полезного компонента в фосфоритном агломерате за счет введения котельного молока в качестве добавки. Полная утилизация фосфорсодержащего пылевидного отхода обеспечивается посредством производства новой товарной продукции в виде РК-удобрения.

Кросс-медиа эффекты

Отсутствуют.

Технические соображения, касающиеся применимости

Применимо в фосфорной промышленности.

Экономика

Снижение затрат на минеральные ресурсы. В приложении данного справочника показан пример расчета экономики по данному НДТ (см. приложение А), где объемы потребления кварцита снижаются на 20 % за счет использования котельного молока.

Движущая сила внедрения

Экономические и экологические выгоды.

5.2. Производство серной кислоты, ЭФК, минеральных удобрений (аммофос) и ТФК

5.2.1. Техники сокращения эмиссий в атмосферный воздух

Техники, приведенные в разделе 5.1.1.1. настоящего справочника, также применимы для производства серной кислоты, ЭФК, минеральных удобрений (аммофос) и ТФК.

На предприятии существует практика внедрения системы управления газоочистными сооружениями с возможностью их совершенствования и модернизации, автоматизированного управления, повышения эффективности очистки, основанная на анализе результатов контроля качества выбросов вредных веществ в атмосферный

воздух. Образующиеся отходящие газы обрабатывают с применением технологических подходов, обеспечивающих извлечение веществ, содержащихся в отходящих газах, с последующим их возвращением в исходный технологический процесс или использованием в другом процессе в качестве сырья или энергоносителя, или их удаление в качестве загрязняющих веществ. За счет использования более современного оборудования одновременно снижаются и негативные воздействия на окружающую среду. Выбор технологических подходов, методов, мер и мероприятий, направленных на очистку выбросов от вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух, определяется составом и особенностями конкретных областей применения НДТ, рассмотренных ниже.

5.2.1.1. Инерционно-вихревые пылеуловители (ИВПУ)

Сухая очистка от пыли отработанного транспортирующего воздуха и отработанных в котле-утилизаторе газов, отходящих газов из сушильных барабанов и шаровых мельниц производится в инерционно-вихревых пылеуловителях (ИВПУ). Уловленная пыль собирается в бункере, по мере накопления она отгружается в железнодорожные цистерны и передается в производство ЭФК.

Газообразные фтористые соединения поглощаются из газов известковым молоком в абсорбционных аппаратах АПН - абсорберах с плавающей насадкой и в санитарной башне. Процесс абсорбции организован в противоточном режиме, за счет которого обеспечиваются максимальное контактирование газовой и жидкой фаз и более полное улавливание фтора из отходящих газов.

Описание

Оборудование для удаления пыли из технологического отходящего газа или потока отработанного газа, основанное на использовании центробежных сил.

Достигнутые экологические выгоды

Снижение выбросов в атмосферу. Снижение нагрузки загрязняющих веществ, направляемых на окончательную обработку отходящих газов. **Экологические показатели и эксплуатационные данные**

Степень улавливания пыли в значительной степени зависит от размера частиц и увеличивается по мере возрастания нагрузки загрязняющим веществом: для стандартных отдельных циклонов данная величина ориентировочно равна 70 - 90 %, для общего количества взвешенных частиц – 30 - 90 %.

Кросс-медиа эффекты

Необходимость утилизации остатков пыли, если повторное использование/ рециркуляция невозможно. Необходимость рассмотрения дальнейшей обработки или утилизации токсичных выбросов пыли, которые могут образоваться ввиду специфики производства и типа источника выделения. Дополнительный расход энергии для питания вентиляторов.

Технические соображения, касающиеся применимости

Применимо.

Экономика

В зависимости от применяемого метода в каждом конкретном случае.

Движущая сила внедрения

Снижение выбросов в атмосферный воздух.

Экологическое законодательство.

5.2.2. Техники контроля загрязнения земли/почвы и управления отходами

5.2.2.1. Предотвращение загрязнения почвенного покрова

Производственные объекты, где вещества (обычно жидкости), представляющие опасность загрязнения почвы, поверхностных и подземных вод, эксплуатируются и обслуживаются таким образом, чтобы не происходило разливов. Используемое технологическое оборудование (комплексы, установки) герметично, надежно и достаточно устойчивы к возможным механическим, термическим или химическим нагрузкам. Утечки выявляются быстро. Возможные утечки подлежат безопасному хранению для последующей обработки или утилизации. Низкий процент возникновения утечек и разливов, которые могут оказать влияния на почвенный покров, достигается путем использования надежного оборудования (оборудование с двойными стенками) и надежных систем обнаружения утечек, основными преимуществами которых являются непроницаемость и стабильность зоны удержания в зависимости от количества вещества, которое может разлиться прежде, чем оно окажет воздействие на окружающую среду.

Очистка от зольных примесей (серного шлама) фильтрующих сеток рамного листового фильтра осуществляется периодически. Тщательная очистка серы производится до содержания не более 0,005 % зольных примесей с целью предотвращения их осаждения на первом слое катализатора, что приведет к снижению активности катализатора и увеличению гидравлического сопротивления в контактном аппарате. Шлам из фильтра выгружается через бункер и вывозится на площадку временного складирования. Образующийся серный кек, содержащий в своем составе 50 - 60 % "смачивающей" серы, может быть использован в производстве сероасфальтов и серобетонов для дорожного строительства.

5.2.3. Снижение потребления энергии (энергетическая эффективность)

Совершенствование технологии серной кислоты следует проводить в направлении максимального использования тепла реакций, протекающих в производстве серной кислоты, с получением максимально возможного количества энергетического пара и других теплоносителей (горячая вода, пар $P = 0,6 - 0,8$ Мпа).

Технология в контактном отделении различается в основном по тепловой схеме, конструкции котло-печного агрегата и количеству слоев в контактном аппарате.

Применяемая технология (ОАО "НИУИФ") контактного и печного отделения обеспечивает получение и переработку максимально высокой концентрации диоксида серы 11,0 – 12,0 %.

В сушильно-абсорбционном отделении наиболее рациональным является применение технологической схемы с двумя циркуляционными сборниками и отдельным циркуляционным циклом для орошения каждой башни, т. е. насос, холодильник, башня, сборник. Все башни орошаются 98 % серной кислотой с последующим разбавлением продукции до 93 %.

Все производители серной кислоты используют энергосберегающие технологические схемы. Получаемые в процессе производства серной кислоты порядка 30 - 40 МВт электроэнергии за счет выработки перегретого пара обеспечивают заводы собственной электроэнергией.

Теплота, выделяющаяся в результате экзотермических реакций аммонизации ЭФК в производстве аммофоса, используется для упаривания аммофосной суспензии, что позволяет снизить расход топочных газов на обогрев выпарных аппаратов. Контактные выпарные аппараты позволяют выпаривать пульпу без нагревательных элементов, так как основным источником тепла являются топочные газы, полученные в топках, работающих на газообразном и жидком топливе. За счет этого обеспечиваются большая поверхность соприкосновения фаз, хорошее перемешивание и эффективный тепло – и массообмен между греющими топочными газами и упариваемой пульпой. Коэффициент использования теплоты сгорания топлива (природного газа) при выпаривании в этих аппаратах достигает 90 - 95 %.

Тепло отходящих газов производства ТКФ утилизируется котловой водой в котле-утилизаторе энерготехнологического агрегата с выработкой перегретого пара высокого давления. В паровом котле генерируется более 5 тонн пара на 1 тонну готового продукта, общий коэффициент использования теплоты достигает 90 %. Перегретый пар давления 3,0 МПа с температурой не более 450 °С подается в паровые сети завода.

Удельные показатели по расходу сырья и энергоресурсов (минимальный и максимальный уровень) в производстве трикальцийфосфата представлены в разделе 3.2.8.

Анализ потребления энергетических ресурсов показывает, что по отдельным процессам производства трикальцийфосфата имеется резерв энергоэффективности. Фактический расход электроэнергии и сжатого воздуха превышает установленные нормы. В процессе распределения пара имеются технологические потери, связанные с его дросселированием. Совершенствование технологии производства трикальцийфосфата следует проводить в направлении максимального использования тепла с получением максимально возможного количества энергетического пара и других теплоносителей.

Существует возможность для дальнейшей модернизации установок с целью увеличения производительности, снижения общего энергопотребления и негативного воздействия на окружающую среду. Поэтому в составе представленных технологий по ряду подпроцессов технологической схемы в качестве частных НДТ рекомендуется проводить мероприятия, представленные в таблице 5.6.

Таблица .. Техники, направленные на повышение энергоэффективности, оптимизацию и сокращение ресурсопотребления в производстве фосфорных соединений

№ п/п	Наименование НДТ	Основание
1	2	3
1	Установка частотных регуляторов приводов электродвигателей насосов	Снижение расхода электроэнергии на собственные нужды
2	Внедрение частотных регуляторов для приводов технологических механизмов	Снижение расхода электроэнергии на собственные нужды
3	Использование современных топочно-горелочных устройств с современной системой КИПиА, обеспечивающих постоянный температурный контроль полноты сжигания топлива	Повышение эффективности

Описание

Системы, оборудование, позволяющие снизить расход электроэнергии, тепла на собственные нужды, увеличить собственное производство пара, повысить энергоэффективность производства, снизить выбросы вредных веществ в атмосферу.

Техническое описание

Возможность решения экологических проблем за счет повышения энергоэффективности производства.

1. Установка частотных регуляторов приводов электродвигателей насосов. При регулировании производительности насоса изменением частоты вращения обеспечивается перемещение рабочей точки насоса по кривой характеристике трубопровода, а не насоса, как в случае с дросселированием. При этом избыточные напоры отсутствуют и обеспечивается минимальное энергопотребление. Регулирование частоты вращения насосов в насосной установке дает возможность оптимально распределить нагрузки между насосами, выровнять их КПД и удерживать в зоне оптимальных КПД их рабочие точки, снизив затраты энергии к минимальным значениям.

2. Внедрение частотных регуляторов для приводов технологических механизмов. Технологические режимы многих производственных механизмов на разных этапах работы требуют движения рабочего органа с различной скоростью, что обеспечивается либо механическим путем, либо путем электрического регулирования скорости

электропривода. При этом требования к диапазону и точности регулирования скорости могут изменяться в широчайших пределах в зависимости от области применения электропривода. Применение регулируемого частотного электропривода позволяет сберегать электроэнергию устранением неоправданных ее затрат, которые имеют место при альтернативных методах регулирования в технологических процессах.

3. Использование современных топочно-горелочных устройств с современной системой КИПиА, обеспечивающих постоянный температурный контроль полноты сжигания топлива. Эффективное сжигание топлива с низким уровнем токсичных выбросов требует применения современных горелочных устройств, обеспечивающих контроль и регулирование избытков воздуха, а также контроль температурных уровней и полноты сгорания.

Достигнутые экологические выгоды

Улучшение экологических показателей за счет повышения энергоэффективности технологических процессов и снижения расходов электроэнергии и тепла в процессе производства.

Экологические показатели и эксплуатационные данные

Информация по конкретным производствам отсутствует. По экспертным оценкам, в зависимости от режимов работы оборудования применение ЧРП позволяет снизить расход электроэнергии на насосных агрегатах, мешалках конвейерах, мельницах от 20 до 50 %, повысить надежность и срок службы электродвигателей. Внедрение современных топочно-горелочных устройств с современной системой КИПиА позволяет экономить до 1 - 2 % топлива.

Кросс-медиа эффекты

Снижение энергоемкости производства. Повышение уровня культуры производства

Технические соображения, касающиеся применимости

Описанные выше компоненты, как правило, могут быть применены ко всем объектам, входящим в область действия настоящего документа. Объем (например, уровень детализации) и характер внедрения будут связаны с характером, масштабом и сложностью установки, а также с ее эффективностью и диапазоном воздействия на окружающую среду, которое она может оказывать.

Экономика

В зависимости от применяемого метода в каждом конкретном случае.

Движущая сила внедрения

Движущими силами для внедрения мероприятий по энергоэффективности являются

- улучшение экологических показателей;
- повышение энергоэффективности и снижение потребления ресурсов;
- повышение уровня мотивации и вовлечения персонала;

дополнительные возможности для снижения эксплуатационных затрат и улучшения качества продукции.

5.2.4. Мониторинг выбросов в атмосферный воздух

Перечни контролируемых параметров и веществ на предприятиях по производству серной кислоты, ЭФК, минеральных удобрений (аммофос) и ТКФ Республике Казахстан представлены в таблице 5.7.

Таблица .. Рекомендации по проведению мониторинга выбросов в атмосферный воздух

№ п/п	Наименование	Параметр, наименование ЗВ	Периодичность контроля *
1	2	3	4
1	Производство серной кислоты, ЭФК, минеральных удобрений (аммофос) и ТКФ	Диоксид серы (SO ₂)	Непрерывно
		Серная кислота (H ₂ SO ₄)	
		Аммиак (NH ₃)	
		Пыль общая	
		Фтористый водород (HF)	

* непрерывный мониторинг предполагает постоянное измерение и проводится посредством автоматизированной системы мониторинга на организованных источниках согласно требованиям действующего законодательства. В случаях, предусмотренных законодательством, допускается проведение периодического мониторинга - в соответствии с программой ПЭК, но не реже 1 раза в месяц.

5.2.5. Мониторинг сбросов в водные объекты

Перечни контролируемых веществ при проведении мониторинга состояния систем водопотребления и водоотведения на предприятиях по производству серной кислоты, ЭФК, минеральных удобрений (аммофос) и ТКФ в Республике Казахстан представлены в таблице 5.8.

Таблица .. Перечень контролируемых веществ при проведении мониторинга состояния систем водопотребления и водоотведения на предприятиях по серной кислоты, ЭФК, минеральных удобрений (аммофос) и ТКФ в Республике Казахстан

№ п/п	Наименование	Параметр, наименование ЗВ	Периодичность контроля
1	2	3	4
1	Производство серной кислоты, ЭФК,	Сульфаты	Ежеквартально
		Взвешенные вещества	
		Хлориды	
		Мышьяк	
		Фосфаты (по Р)	
		Фтор	
		Азот аммонийный	
		Нитриты	

минеральных удобрений (аммофос) и ТКФ	Нитраты
	Анионные и неионогенные поверхностно-активных вещества (СПАВ)
	Нефтепродукты

5.2.6. Мониторинг состояния почвенного покрова

Перечни контролируемых веществ при проведении мониторинга состояния почвенного покрова на предприятиях по производству серной кислоты, ЭФК, минеральных удобрений (аммофос) и ТКФ в Республике Казахстан представлены в таблице 5.9.

Таблица .. Перечень контролируемых веществ при проведении мониторинга состояния почвенного покрова на предприятиях по производству серной кислоты, ЭФК, минеральных удобрений (аммофос) и ТКФ в Республике Казахстан

№ п/п	Наименование	Параметр, наименование ЗВ
1	2	3
1	Производство серной кислоты, ЭФК, минеральных удобрений (аммофос) и ТКФ	Фтористый водород

5.2.7. НДТ при производстве серной кислоты

5.2.7.1. НДТ, направленная на снижение эмиссий и повышение степени превращения диоксида серы в системе "Двойное контактирование - двойная абсорбция"

Техническое описание

Технология серной кислоты, реализуемая на ТОО "Казфосфат" и НАК "Казатомпром", обеспечивает снижение выбросов в атмосферу вредных веществ до минимального значения, максимальное использование тепла всех трех реакций, протекающих в производстве, с получением максимального возможного количества энергетического пара. Технология печного и контактного отделения с получением и переработкой максимально высокой концентрации диоксида серы 11 - 12 % разработана ОАО "НИУИФ" (РФ).

Применение схемы ДКДА обеспечивает достижение степени конверсии диоксида серы до 99,7 % и выше, снижение выбросов в атмосферу вредных веществ (SO_2 , паров H_2SO_4 , NO_2 , NO) до минимального значения. Отличием такой технологической схемы является отсутствие необходимости хвостовой очистки отходящих газов.

В целом можно сказать, что описанная выше технология серной кислоты обеспечивает снижение выбросов в атмосферу вредных веществ до минимального значения, максимальное использование тепла всех трех реакций, протекающих в производстве, с получением максимального возможного количества энергетического пара.

Печной газ охлаждается в испарительной части котла-утилизатора до температуры 400 - 420 °С, что соответствует температуре зажигания катализатора окисления диоксида серы, и поэтому сразу отправляется на 1 слой катализатора контактного аппарата. Реакционный газ со степенью превращения 90 - 95 % после 3 слоя катализатора направляют в промежуточный абсорбер для поглощения SO₃, в результате чего соотношение O₂:SO₂ в газе существенно повышается, и равновесие реакции смещается вправо. Охлажденный в абсорбере газ нагревают в теплообменнике и возвращают на последний слой катализатора, где достигается суммарная степень превращения 99,7 - 99,9 %. Газ с содержанием до 1 % оксида серы (VI) и 0,04 % об. диоксида серы охлаждается в пароперегревателе первой ступени от 425 - 430 до 135 - 145 °С и отправляется на абсорбцию в конечный моногидратный абсорбер. Насыщенный пар нагревается с 250 - 260 до 295 - 305 °С и передается в пароперегреватель 2 ступени.

Достигнутые экологические преимущества

Достижение степени конверсии диоксида серы до 99,7 % и выше, снижение выбросов в атмосферу вредных веществ SO₂ и H₂SO₄. Отсутствие необходимости хвостовой очистки отходящих газов.

Экологические характеристики и эксплуатационные данные

Использование тепла реакции окисления SO₂ для нагрева технологического газа, возвращаемого с абсорбции, а также на получение перегретого пара в пароперегревателях и экономайзерах.

Снижение выбросов в атмосферу диоксида серы (SO₂) - 1,0–3,3 кг/тонн серной кислоты. Снижение выбросов в атмосферу серной кислоты (SO₃ туман и брызги серной кислоты в пересчете на H₂SO₄) - 0,050–0,15 кг/тонн серной кислоты, при условии использования современных систем очистки (брызго-, туманоуловливание). Отсутствует необходимость в закупке и использовании дополнительных реагентов для хвостовой очистки отходящих газов, таких как растворы аминов или органических оснований. Возможность получения серной кислоты любой концентрации.

Технические соображения, касающиеся применимости

Применимо в производствах серной кислоты.

Экономика

Система утилизации тепла реакций окисления диоксида серы и абсорбции оксида серы (VI), позволяющая получить дополнительное количество энергетического пара, с получением и переработкой газа с максимально высокой концентрацией диоксида серы 11 - 12 %.

Движущая сила внедрения

Экологические и экономические выгоды.

Кросс-медиа эффекты

Образующийся конденсат из паропроводов, а также вода от непрерывной и периодической продувки котлов могут быть использованы в циклах оборотного водоснабжения, для разбавления серной кислоты или других нужд предприятия.

Утилизация отработанного катализатора.

Утилизация отходов процессов фильтрации серы (серный кек).

Эффективность техник

Промежуточный отвод большей части оксида серы (VI) из контактного аппарата на абсорбцию с доокислением SO_2 на последнем слое катализатора в контактном аппарате с отводом в моногидратный абсорбер, обеспечивающий полную утилизацию тепла реакций окисления и абсорбции, и отсутствие необходимости хвостовой очистки отходящих газов.

Таблица .. Характеристика выбросов загрязняющих веществ при производстве серной кислоты после очистки отходящих газов

№ п/п	Наименование загрязняющих веществ	Применяемая технология	Объем и (или) масса выбросов загрязняющих веществ после очистки в расчете на тонну продукции, кг/т		Примечание	
			Макс.	Мин.	Источники выброса/ стадия процесса	Метод определения загрязняющих веществ
1	2	3	4	5	6	7
1	SO_2	Конечная абсорбция триоксида серы (2 - стадийный процесс контактирования)	3,8726	0,9809	Выхлопная труба моногидратного абсорбера	СТ РК 17.0.0.04, п. 6.2 СТ РК - 01 - 01
2	H_2SO_4	контактирования)	0,2375	0,1056		СТ РК - 01 - 01

5.2.7.2. Использование тепла охлаждения печного газа для получения энергетического пара

Техническое описание

Жидкая сера испаряется за счет теплоты реакции и сгорает в печи в потоке сухого воздуха с образованием диоксида серы. Циклонная печь сжигания серы совмещена в одном агрегате с энерготехнологическим котлом. Выходящий из печи сернистый газ с температурой 1000 - 1200 °С подвергается охлаждению в котле-утилизаторе с помощью холодной воды, пропускаемой через встроенные змеевиковые холодильники. Тепло, выделяющееся при охлаждении печного газа, используется для получения энергетического пара.

Достигнутые экологические преимущества

Полная утилизация тепла реакции сжигания серы.

Экологические характеристики и эксплуатационные данные

Образующийся в трубах котла-утилизатора перегретый пар давлением 4 МПа отводится на паровую конденсационную турбину в энергоцех для выработки электроэнергии.

Технические соображения, касающиеся применимости

Применимо в производствах серной кислоты.

Экономика

Получение попутной продукции – энергетического пара высокого давления 4 МПа и выработка дополнительной электроэнергии 237 кВт·ч на 1 тонну серной кислоты.

Движущая сила внедрения

Экологические и экономические выгоды.

Эффективность техник

Получаемые в процессе производства серной кислоты не менее 40 мегаватт электроэнергии за счет выработки перегретого пара обеспечивают заводы собственной электроэнергией.

5.2.8. НДТ при производстве ЭФК

5.2.8.1. НДТ, направленная на снижение выбросов фтористых газов при интенсивном дигидратном режиме разложения низкосортного фосфатного сырья

Техническое описание

Фосфатное сырье смачивается раствором разбавления в скоростном смесителе, образуемая суспензия стекает в реактор разложения, где происходит разложение серной кислотой концентрации не менее 92,5 %. Для обеспечения оптимальных условий разложения фосфатного сырья снижения локальных пересыщений по сульфату кальция и кристаллизации легко фильтрующихся кристаллов гипса предусматривается организация в экстракторе двухзонного сульфатного режима с распределенным вводом серной кислоты. В реактор разложения серная кислота подается в две точки примерно равными потоками, в реактор дозревания в одну точку. Интенсивный гидродинамический режим в реакторе разложения обеспечивается за счет использования высокопроизводительного циркулятора пульпы и шести двухъярусных перемешивающих устройств пропеллерного типа, что позволяет создать мощный циркуляционный поток во всем объеме реактора разложения, что приближает его работу по гидродинамическому режиму к реактору идеального смешения. Полученная в процессе разложения суспензия сульфата кальция в фосфорной кислоте разделяется на ленточных вакуум-фильтрах с противоточной водной промывкой кекафосфогипса с получением продукционной ЭФК.

Новый дигидратный режим экстракции при температуре 85 - 95 °С позволяет получать кислоту более высокой концентрации 25 - 29 % P_2O_5 из низкосортного и

рядового фосфатного сырья (по сравнению 20 - 22 % в обычном дигидратном режиме). Улавливание фтористых соединений из отходящих газов производится известковым раствором. Система абсорбционной очистки фтористых газов из реакторов разложения и дозревания включает полый абсорбер и трехступенчатый абсорбер пенный скоростной (АПС), который обеспечивает более высокую степень очистки отходящих газов.

Достигнутые экологические преимущества

Сокращение выбросов фтористых газов за счет замены в абсорбционном отделении скрубберов Вентури на более эффективные пенные скоростные абсорберы АПС. Снижение выброса фтористых соединений. Вовлечение в производство низкосортного фосфатного сырья (бедных фосфоритов) с получением кислоты высокой концентрации.

Экологические характеристики и эксплуатационные данные

Изменение температурного режима сернокислотной экстракции до 85 - 95 °С в дигидратной схеме разложения приводит к повышенному выделению фтора в газовую фазу, что в свою очередь приводит к повышению нагрузки на абсорбцию. С другой стороны, такой режим способствует получению более чистого продукта – ЭФК с низким содержанием фтора, а также кислоты более высокой концентрации 25 - 29 % P_2O_5 из низкосортного и рядового фосфатного сырья, а также повышению технологического выхода P_2O_5 в ЭФК.

Технические соображения, касающиеся применимости

Применимо в производствах ЭФК и аммофоса на основе низкосортного фосфатного сырья.

Экономика

Снижение выброса фтористых соединений с 3,5 тонн /год до 2,17 тонн/год. Повышение производительности системы производства ЭФК. Возможность перерабатывать низкосортные фосфориты с получением кислоты высокой концентрации.

Движущая сила внедрения

Вовлечение в производство низкосортного фосфатного сырья (бедных фосфоритов).

Эффективность техник

Для получения крупных, хорошо фильтрующих кристаллов фосфогипса поддерживается в реакционном объеме низкое пересыщение по сульфату кальция, что обеспечивается оптимальным температурным режимом экстракции, интенсивной циркуляцией пульпы в объеме реактора и распределением подачи серной кислоты в реакторы разложения и дозревания.

5.2.8.2. Замена карусельных фильтров на ленточные вакуум-фильтры

Техническое описание

Для получения крупных, хорошо фильтрующих кристаллов фосфогипса следует поддерживать в реакционном объеме низкое пересыщение, что обеспечивается также поддержанием температуры пульпы в интервале 90 – 95 °С, интенсивной циркуляцией пульпы в объеме реактора и распределением подачи серной кислоты. Полученная в процессе разложения фосфатного сырья суспензия дигидрата сульфата кальция в фосфорной кислоте разделяется на ленточных вакуум-фильтрах с противоточной водной промывкой кекафосфогипса с получением продукционной ЭФК.

Ленточный фильтр состоит из двух барабанов, укрепленных на горизонтальной сварной металлической станине, на которых натянута лента. При движении ленты верхняя ее ветвь скользит по столу фильтра. Осевые сквозные отверстия в ленте соединены с отверстиями золотниковой решетки, по которым фильтрат проходит в вакуум-камеру. Фильтровальную ткань крепят на ленте. Зоны фильтрования, промывки и подсушки осадка разграничивают резиновыми или матерчатыми перегородками.

Суспензия поступает на фильтр и по мере движения ленты происходят отделение из нее жидкой фазы и промывка остающегося на ленте осадка. Промытый и подсушенный осадок перемещается к ведущему барабану, где осадок при повороте ленты растрескивается, отделяется от ткани и сбрасывается в транспортирующее устройство. Освобожденную от осадка фильтровальную ткань промывают водой (регенерируют). Промывную воду, содержащую некоторое количество осадка, собирают и удаляют. Высокое качество отмывки фосфогипса от ЭФК достигается за счет организации трехкратной противоточной схемы водной промывки (две кислотные и одна водная). Водная промывка на третьей стадии осуществляется горячей промывной водой.

Достигнутые экологические преимущества

При замене карусельного фильтра на ленточный вакуум-фильтр уменьшается расход воды на промывку осадка за счет более высокой производительности фильтра, а также более высокой производительности фильтра. Абсорбционный раствор от систем санитарной и технологической абсорбции с содержанием 0,5 % H_2SiF_6 после разбавления до 0,4 % полностью утилизируется на узле фильтрации (используется для промывки ленты и ткани ЛВФ).

Экологические характеристики и эксплуатационные данные

Получение крупнокристаллического осадка фосфогипса, выделяющегося в высокотемпературном режиме экстракции из слабопересыщенных растворов, обеспечивает высокую скорость фильтрования суспензии. Это обеспечивает повышение технологического выхода P_2O_5 в ЭФК и более высокую степень отмывки фосфогипса от P_2O_5 , т.е. снижает содержание фосфорной кислоты в твердом отходе от 1,6 % до 1,0 % P_2O_5 общ., от 0,6 % до 0,4 % P_2O_5 вод.

Технические соображения, касающиеся применимости

Применимо в производствах ЭФК.

Экономика

Увеличение производительности фильтрования фосфорнокислотной суспензии, способствующее повышению мощности производства ЭФК.

Движущая сила внедрения

Экономические выгоды.

Эффективность техник

Установка высокоинтенсивного реакторного оборудования с заменой карусельных фильтров на ленточные вакуум-фильтры, применяемые в полугидратном режиме, обеспечивает высокую производительность фильтрования и повышение производительности всей технологической линии ЭФК.

Таблица .. Характеристика выбросов загрязняющих веществ в производстве ЭФК после очистки отходящих газов

№ п/п	Наименование загрязняющих веществ	Объем и (или) масса выбросов загрязняющих веществ после очистки в расчете на тонну продукции, кг/т		Примечание	
		Макс.	Мин.	Источники выброса/ стадия процесса	Метод определения ЗВ
1	2	3	4	5	6
1	HF	0,0035	0,0025	Выхлопная труба	М В И № 07.00.03316 СТ РК - 01 - 01

5.2.9. НДТ при производстве аммофоса

5.2.9.1. НДТ, направленная на сокращение потерь аммиака при двухступенчатой аммонизации фосфорной кислоты с установкой на второй ступени трубчатого реактора

Техническое описание

Из сатураторов первой ступени кислая аммонизированная пульпа (pH=2,6) самотеком поступает по желобу в выпарные аппараты. Упаренная аммонизированная пульпа из выпарных аппаратов насосами подается в трубчатые реакторы, в которые подводится жидкий аммиак с давлением не менее 0,60 МПа для доаммонизации. Трубчатый реактор является аппаратом, обеспечивающим скоростное смешение и взаимодействие реагентов в смесительной камере с образованием полупродукта для получения минеральных удобрений. Жидкий аммиак вводится коаксиально через торцевую крышку реактора, "кислая" пульпа вводится тангенциально по отношению к камере смешения. Тангенциальный ввод обеспечивает закручивание аммонизированной пульпы вокруг перфорированного аммиачного патрубка, что обеспечивает равномерную объемную реакцию.

Образующаяся пульпа фосфатов аммония не налипает на внутренней поверхности распределителя, а отдувается от него струями аммиака. Образовавшаяся пульпа через сопло удаляется из реактора. В данной конструкции перемешивание происходит по

1	2	3	4	5	6	7	8
1	HF	Производство аммофоса	Двухступенчатая очистка газов с использованием абсорберов.	0,0707	0,0399	Выхлопная труба	МВИ № 07.00.03316 СТ РК - 01 - 01
2	NH ₃			0,6885	0,2734		МВИ № 07.00.03317 СТ РК - 01 - 01
3	Пыль аммофоса		Эффективное осаждение твердых частиц из запыленного газа осуществляется в центробежных аппаратах.	0,5003	0,0655		ГОСТ 17.2.4.06 ГОСТ 17.2.4.07 ГОСТ 17.2.4.08 ГОСТ 33007

5.2.10. НДТ при производстве ТКФ

Модернизация узлов производства трикальцийфосфата позволила увеличить мощность производства, снизить затраты на очистку отходящих газов, эксплуатацию оборудования и повысить качество продукта. Внедрение пневмоимпульсного аппарата для очистки летки существенно интенсифицировало процесс очистки летки от настывшей плава. В связи с требованием рынка на кормовые фосфаты с содержанием фосфора 16 % и более на базе оборудования цеха КОФ разработана технология получения трикальцийфосфата высшего сорта, содержащего (37±1) % солянорастворимой формы P₂O₅, с применением гранулята трикальцийфосфата и ортофосфорной термической кислоты.

Образующийся в пароперегревателе перегретый пар по паропроводу подается в паровые сети завода. Давление перегретого пара на входе в общий паропровод должно быть не более 3,0 МПа, температура не более 450 °С, солесодержание не более 0,45 мг/кг, массовый расход 15 - 35 тонн/ч. В результате утилизации тепла отходящих газов котловой водой получают перегретый пар. В паровом котле генерируется 6,8 тонн пара на 1 тонну готового продукта, общий коэффициент использования теплоты достигает 90 %.

5.2.10.1. Использование тепла отходящих газов из ЭТА для выработки перегретого пара высокого давления

Техническое описание

В энерготехнологическом агрегате ЭТА осуществляется плавление фосфоритной муки, при температуре 1450 - 1500 °С происходит обесфторивание плава. В сепараторе

расплава происходит разделение плава и отходящих фторсодержащих газов. Плав из камеры расплава через летку вытекает на грануляцию и охлаждение, которые осуществляются в обильном объеме охлаждающей воды. Отходящие газы поступают в котел-утилизатор, где последовательно проходят камеру охлаждения, пароперегреватель, воздухоподогреватель и водяной экономайзер. Охлаждение газа осуществляется котловой водой, подаваемой в пароохладитель и водяной экономайзер котла-утилизатора, после чего вся вода поступает в барабан котла. После перегрева в пароперегревателе перегретый пар по паропроводу подается в паровые сети завода.

Достигнутые экологические преимущества

Утилизация тепла отходящих газов. Тепло отходящих газов от плавления фосфоритной муки утилизируется в котле-утилизаторе энерготехнологического агрегата с получением перегретого пара высокого давления, используемого для выработки электроэнергии. При расходе фосфорита (24,5 % P_2O_5) 1,278 тонн на 1 тонну готового продукта (ТКФ) вырабатывается 6,803 тонны пара высокого давления.

Таблица .. Уровни выбросов, связанные с применением НДТ при гидротермической переработке природных фосфатов с утилизацией тепла отходящих газов

№ п/п	Процесс	Ед. изм.	Уровни выбросов, связанные с применением НДТ
1	2	3	4
1	Гидротермическая переработка природных фосфатов с утилизацией тепла отходящих газов	тонн пара высокого давления на 1 тонну готового продукта	6,803

Экологические характеристики и эксплуатационные данные

Температура подаваемого в ЭТА воздуха - 440 - 480 °С. Отвод тепла отходящих из циклонной печи газов деаэрированной водой в котле-утилизаторе с образованием перегретого пара. Массовый расход питательной воды, подаваемой в барабан котла ЭТА, - не более 35 тонн/ч, давление- 3,0 - 6,0 Мпа. Давление перегретого пара на входе в общий паропровод - не более 3,0 МПа, температура не более 450 °С, солесодержание в воде - не более 0,45 мг/кг. Степень перехода HF в газовую фазу – 92 - 98 %. По тракту движения через котел-утилизатор газы охлаждаются дотемпературы:

на выходе из камеры охлаждения (перед фестоном) не менее 600 °С;

после пароперегревателя – не более 700 °С;

после ЭТА - не более 280 °С.

Технические соображения, касающиеся применимости

Применимо в производствах кормовых обесфторенных фосфатов из фосфоритов.

Экономика

При расходе фосфорита ($24,5 \% P_2O_5$) 1,278 тонн на 1 тонну готового продукта (ТКФ) вырабатывается 6,803 тонны пара высокого давления.

Движущая сила внедрения

Экономические выгоды.

Эффективность техник

Тепло отходящих газов от плавления фосфоритной муки утилизируется в котле-утилизаторе энерготехнологического агрегата с получением перегретого пара высокого давления, используемого для выработки электроэнергии в энергоцехе завода.

5.2.10.2. Двухступенчатая очистка отходящих газов от пыли и фтороводорода в производстве ТКФ

Техническое описание

Отработанный транспортирующий воздух, отработанные в котле-утилизаторе газы, запыленные отходящие газы из сушильных барабанов и шаровых мельниц очищаются от пыли в инерционно-вихревых пылеуловителях - аппаратах ИВПУ. Уловленная пыль собирается в бункере, по мере накопления она отгружается в железнодорожные цистерны и передается в производство ЭФК. Очищенный фторсодержащий газ, выходящий из ИВПУ, подается на мокрую известковую и санитарную очистку в системе абсорберов.

Раствор известкового молока с массовой долей $Ca(OH)_2$ не менее 12 % и pH не менее 10 поступает из отделения нейтрализации цеха аммофоса в сгуститель, откуда погружным электронасосным агрегатом подается в циркуляционные баки. Из баков раствор известкового молока подается на орошение двух цилиндрических аппаратов АПН – абсорберов с плавающей насадкой на форсунки грубого распыла, над которыми расположен каплеуловитель. Фторсодержащие газы после ИВПУ вентилятором подаются в нижнюю часть аппарата АПН; газы поднимаются по колонне, контактируя с абсорбционной жидкостью, которая поглощает фторид-ионы. Процесс абсорбции организован в противоточном режиме, за счет которого обеспечиваются максимальное контактирование газовой и жидкой фаз и более полное улавливание фтора из отходящих газов. На форсунки санитарной башни известковое молоко также подается из циркуляционного бака. Отработанный известковый раствор, содержащий фторид кальция, из санитарной башни поступает обратно в бак. Очищенные газы, выходящие из верхней части санитарного абсорбера, через выхлопную трубу выбрасываются в атмосферу.

Достигнутые экологические преимущества

Замена сухих электрофильтров на инерционно-вихревые пылеуловители для очистки от пыли отходящих газов позволила снизить затраты на очистку отходящих газов и обеспечить степень очистки газов, сопоставимую с другими методами очистки. Сокращение выбросов фтористых газов за счет замены абсорбционного

карбонатно-аммиачного раствора на известковое молоко с применением эффективного аппарата АПН.

Утилизация пыли, уловленной в ИВПУ, в качестве исходного сырья для производства ЭФК на ТОО "ЗМУ".

Экологические характеристики и эксплуатационные данные

Степень очистки отходящих газов от пыли – не менее 92 %. Очищенный воздух выбрасывается в атмосферу, отходящие фторсодержащие газы передаются на очистку в абсорбционное отделение.

Таблица .. Уровни выбросов, связанные с применением НДТ

№ п/п	Техническое решение	Единица измерения	Загрязняющее вещество	Уровни выбросов, связанные с применением НДТ
1	2	3	4	5
1	Инерционно-вихревой пылеуловитель, Абсорбер с плавающей насадкой	мг/м ³	Пыль	< 10

Технические соображения, касающиеся применимости

Применимо в производствах кормовых обесфторенных фосфатов из фосфоритов.

Экономика

Отсутствие твердых отходов производства за счет утилизации уловленной пыли в производстве ЭФК.

Движущая сила внедрения

Экологические и экономические выгоды.

Эффективность техник

Замена сухих электрофильтров для очистки от пыли на инерционно-вихревые пылеуловители для очистки от пыли отходящих газов позволила снизить затраты на очистку отходящих газов и содержание и эксплуатацию оборудования и обеспечить степень очистки газов от пыли 92 %. Такая модернизация позволяет снизить себестоимость продукта.

Таблица .. Характеристика выбросов загрязняющих веществ при производстве ТКФ после очистки отходящих газов

№ п/п	Наименование ЗВ	Применяемая технология	Объем и (или) масса выбросов ЗВ после очистки в расчете на тонну продукции, кг/т		Примечание	
			Макс.	Мин.	Источники выброса/ стадия процесса	Метод определения ЗВ
1	2	3	4	5	6	7

1	HF		0,7040	0,2063		МВИ № 07.00.03316 СТ РК - 01 - 01
2	SiO ₂ <20 %	Производство ТКФ	0,9745	0,3948	Выхлопная труба	ГОСТ 17.2.4.06 ГОСТ 17.2.4.07 ГОСТ 17.2.4.08 ГОСТ 33007

5.3. Производство плавиковой кислоты

5.3.1. Техники для предотвращения выбросов в атмосферный воздух

Мокрая очистка фторсодержащих газов, выходящих из реакторной печи, в скруббере Вентури перед подачей на абсорбцию. Образующиеся в печи пыль и сернокислотный туман загрязняют абсорбционные растворы плавиковой кислоты, тем самым снижая ее качество. Кроме того, пыль забивает элементы насадки абсорберов, что вызывает снижение степени поглощения HF абсорбционными растворами и уменьшение производительности системы.

Технологическое описание

Удаление газообразных или твердых загрязняющих веществ из технологического отходящего газа или потока отходящего газа, который основан на поглощении вредоносных и нежелательных примесей из газа жидкостью.

Для сокращения расходов на абсорбенты при обратимых реакциях применяют абсорбционно-десорбционные установки. В десорберах происходят регенерация улавливающей жидкости, т.е. выделение из нее поглощенного компонента. Если для сорбции требуются высокое давление и низкая температура, то для обратного течения процесса (десорбции) необходимы высокая температура и низкое давление.

Скруббер - абсорбер — это устройство, работа которого основана на поглощении вредоносных и нежелательных примесей из газа жидкостью. Принцип работы основан на последовательном промывании газов жидким поглотителем и переводом загрязняющих компонентов в жидкую фазу.

При наличии пыли в газовоздушном потоке абсорбционная установка комплексной очистки газа состоит из нескольких ступеней:

Пылеулавливание. Основная цель — полностью удалить механические примеси из потока газа. На данной ступени могут применять скрубберы Вентури, скрубберы с подвижной насадкой, рукавные фильтры, электрофильтры.

Химическая очистка от газовых примесей. Количество и последовательность ступеней химической очистки может варьироваться в зависимости от требований производства.

Внешне абсорбер Вентури это цилиндрическая колонна с сужающейся горловиной. Конструкция позволяет изменять скорость пропускаемого газа для увеличения степени фильтрации и расширения спектра рабочих параметров. Изменением сечения горловины обеспечиваются:

более эффективное удаление твердых взвешенных частиц и газовых компонентов при перепаде расхода газа;

увеличение плотности орошения;

увеличение контракта газовой фазы с абсорбентом.

Эффективность абсорберов Вентури достигается благодаря дроблению потока жидкости на мелкие капли из-за разности скоростей воздуха и жидкости в горловине. Для решения сложных задач на производствах возможна установка батареи, состоящей из нескольких абсорберов Вентури, подсоединенных последовательно. Количество установок и параметры каждой из них разрабатываются индивидуально для каждого производства.

Подбор должен производиться на основании расчета и моделирования процесса. В зависимости от целевого назначения и качественного состава загрязнений меняются не только система очистки, но и очищающая жидкость.

Достоинством абсорбционных методов являются экономичность очистки большого количества газов и осуществление непрерывных технологических процессов.

Достигнутые экологические выгоды

Сокращение выбросов в окружающую среду. Зависит от времени пребывания газа в абсорбционной секции, типа используемой насадки, соотношения жидкости и газа (L/G), скорости обновления, температуры воды и добавления химических веществ.

Кросс-медиа эффекты

Потребление воды в значительной степени зависит от входящей и выходящей концентрации газообразных соединений. Потери на испарение в основном определяются температурой и влажностью входящего газового потока. Выходящий газовый поток в большинстве случаев полностью насыщен водяным паром. Обычно необходима очистка рециркулирующей жидкости в зависимости от ее разложения и потерь на испарение.

Технические соображения, касающиеся применимости

Как правило, не существует технических ограничений для применения этой техники. Использование абсорбции зависит от наличия подходящего абсорбента.

Экономика

В зависимости от применяемого метода в каждом конкретном случае.

Движущая сила внедрения

Снижение выбросов в атмосферный воздух.

Экологическое законодательство.

5.3.2. Техники контроля загрязнения почвы и управления отходами

Побочный твердый продукт – фторангидрит. Нейтрализованный продукт отправляется в отвал, может быть использован в производстве цемента. Шлам плавиковой кислоты нейтрализуется и собирается в хвостохранилище.

5.3.3. Снижение потребления энергии (энергетическая эффективность)

Сернокислотный способ получения фтористого водорода разложением флюоритового концентрата с высоким содержанием CaF_2 (95 % мас и более) является технологически современным и эффективным процессом и по показателям энергоэффективности может быть отнесен к НДТ.

Повышение эффективности существующего процесса возможно при внедрении следующих основных мероприятий:

утилизация фторангидрита с получением товарных продуктов;

усовершенствование контроля и локальная автоматизация технологического процесса (оптимизация дозировки серной кислоты, анализ отходящих газов, температурного режима в реакционной печи, анализ состава фторангидрита, выходящего из печи);

внедрение эффективного смешения флюоритового концентрата и серной кислоты;

ведение процесса разложения CaF_2 в две стадии, обеспечивая высокую степень разложения флюорита (20 - 50 %) на стадии смешения исходных реагентов в реакторе-смесителе с получением порошкообразной реакционной массы, используя при этом моногидрат серной кислоты или олеум с повышением суммарной степени обесфторивания сырья до 98,0 - 98,5 %;

оптимизация температурного режима по длине печи;

включение в схему аппарата-подогревателя серной кислоты, обеспечивающего в нем первую стадию очистки газов от пыли и сульфатов, а также значительное охлаждение газов с нагревом серной кислоты до 120 – 130 С, что приведет к значительному сокращению расхода электроэнергии для разложения CaF_2 .

НДТ. Утилизация тепла горячих фтористых газов

Техническое описание

Описание: Фторсодержащие газы, выходящие из барабанной печи с температурой 210 - 230 °С, подаются в теплообменник по межтрубному пространству. По трубам в теплообменник подается холодная серная кислота, которая нагревается через стенки труб за счет тепла отходящего газа. Нагретая серная кислота выводится из теплообменника и подается в смеситель, где смешивается с плавикошпатовым концентратом, после чего реакционная смесь подается во вращающуюся барабанную печь на разложение. Охлажденный за счет теплообмена фтористый газ подается в скруббер Вентури для очистки от примесей.

Достигнутые экологические преимущества

Утилизация тепла отходящих газов, подача в смеситель нагретой серной кислоты, что способствует снижению расхода электроэнергии на разложение исходного сырья.

Экологические характеристики и эксплуатационные данные

Данные отсутствуют.

Технические соображения, касающиеся применимости

Применимо в производствах плавиковой кислоты.

Экономика

Утилизация тепла газов, выходящих из реакторной печи, обеспечивает снижение энергозатрат (расходы на электрообогрев печи) на производство плавиковой кислоты и себестоимости продукта. Экономические данные отсутствуют.

Движущая сила внедрения

Экологические выгоды.

Эффективность техник

Утилизация тепла отходящих газов, подача в смеситель нагретой серной кислоты, что способствует снижению расхода электроэнергии на разложение исходного сырья.

5.3.4. Мониторинг выбросов в атмосферный воздух

Перечни контролируемых параметров и веществ на предприятиях по производству плавиковой кислоты в Республике Казахстан представлены в таблице 5.16.

Таблица .. Рекомендации по проведению мониторинга выбросов в атмосферный воздух

№ п/п	Наименование	Параметр, наименование ЗВ	Периодичность контроля *
1	2	3	4
1	Производство плавиковой кислоты	Серная кислота (H_2SO_4)	Непрерывно
		Фтористый водород (HF)	
		Пыль неорганическая, содержание двуокиси кремния ниже 20 % ($SiO_2 < 20\%$)	

* непрерывный мониторинг предполагает постоянное измерение и проводится посредством автоматизированной системы мониторинга на организованных источниках согласно требованиям действующего законодательства. В случаях, предусмотренных законодательством, допускается проведение периодического мониторинга - в соответствии с программой ПЭК, но не реже 1 раза в месяц.

5.3.5. Мониторинг сбросов в водные объекты

Перечни контролируемых веществ при проведении мониторинга состояния систем водопотребления и водоотведения на предприятиях по производству плавиковой кислоты в Республике Казахстан представлены в таблице 5.17.

Таблица .. Контролируемые показатели и методики выполнения измерений (периодические или постоянные) для промышленных выбросов и воздуха рабочей зоны на предприятиях по производству плавиковой кислоты в Республике Казахстан

№ п/п	Наименование	Параметр, наименование ЗВ	Периодичность контроля
1	2	3	4
1	Производство плавиковой кислоты	Анионные и неионогенные поверхностно-активных вещества (СПАВ)	Ежеквартально
		БПК5	
		Сухой остаток	
		Хлориды	
		Сульфаты	
		Фосфаты (по Р)	
		Кальций	
		Магний	
		Железо общее	
		Марганец	
		Азот аммонийный	
		Фтор	
		ОАА	
		Анионные и неионогенные поверхностно-активных вещества (СПАВ)	
Нефтепродукты			

5.3.6. Мониторинг состояния почвенного покрова

Перечни контролируемых веществ при проведении мониторинга состояния почвенного покрова на предприятиях по производству плавиковой кислоты в Республике Казахстан представлены в таблице 5.18.

Таблица .. Перечень контролируемых веществ при проведении мониторинга состояния почвенного покрова на предприятиях по производству плавиковой кислоты в Республике Казахстан

№ п/п	Наименование	Параметр, наименование ЗВ
1	2	3
1	Производство плавиковой кислоты	Фториды (подвижные и водорастворимые формы, валовое содержание)
		Сульфаты (водорастворимые формы, валовое содержание)
		ОАА (валовое содержание)

5.4. Производство аммиачной селитры, смешанных азотно-фосфорных удобрений, азотной кислоты, аммиака

5.4.1. Техники для предотвращения выбросов в атмосферный воздух

5.4.1.1. Выбросы аммиака (NH₃)

Высокотемпературное окисление аммиака

Для обезвреживания периодических выбросов аммиака в атмосферу (при пусках или остановках производства, продувках технологического оборудования, аварийных выбросах) осуществляется его сжигание в факельной установке. При этом происходит обезвреживание и других взрывоопасных и токсичных газов (H₂, CO). В качестве топлива для работы факельной установки используется природный газ.

Очистка танковых и продувочных газов

Для улавливания газообразного аммиака из смеси танковых и продувочных газов при производстве аммиака используется установка по утилизации аммиака из танковых и продувочных газов (УТПГ). УТПГ предназначена для улавливания аммиака с получением раствора аммиачной селитры. Принцип работы установки основан на поглощении аммиака из смеси танковых и продувочных газов азотной кислотой с получением разбавленного раствора аммиачной селитры, которая перерабатывается в производстве сложных минеральных удобрений в гранулированную аммиачную селитру.

УТПГ позволяет увеличить ресурс аммиака для получения товарной продукции предприятия со значительным экономическим эффектом и снизить загрязнение атмосферы газами сжигания аммиака вместе с водородом и метаном, содержащимися в танковых и продувочных газах.

5.4.1.2. Выбросы азота и его соединений

Селективное каталитическое восстановление оксидов азота

Описание

Селективное восстановление оксидов азота аммиаком в присутствии катализатора. Метод основан на восстановлении NO_x до азота в каталитическом слое путем реакции с аммиаком при оптимальной рабочей температуре, которая обычно составляет около 200 - 450 °С. Как правило, аммиак вводится в виде водного раствора; источником аммиака также могут быть безводный аммиак или раствор мочевины. Может быть нанесено несколько слоев катализатора. Более высокое снижение NO_x достигается при использовании большей поверхности катализатора, установленного в виде одного или нескольких слоев.

Технологическое описание

Селективное восстановление NO_x включает в себя впрыскивание соединений NH_3 в поток дымовых газов, восстанавливая оксиды азота до азота и воды. В качестве восстановителя в основном используются 25 % водный раствор аммиака или чистый аммиак.

При селективном некаталитическом восстановлении восстановитель впрыскивается в зону, где температура отработавших газов достигает 930–980 °С. Инжекция происходит после сжигания и перед другой обработкой. Температура, соотношение моляров NH_3/NO_x и время пребывания являются основными параметрами для оптимальной эффективности снижения. При температурах ниже указанного уровня происходит выброс не конвертированного аммиака (проскальзывание аммиака); при температурах значительно выше указанного уровня аммиак окисляется до NO_x .

С помощью селективного каталитического восстановления поток отработанных газов и впрыскиваемый растворитель проходят через катализатор с рабочей температурой от 200 до 500 °С, в зависимости от типа используемого катализатора, при этом необходимо поддерживать оптимальное соотношение моляров NH_3/NO_x . Уровень молярного соотношения обычно поддерживается ниже 1, так как показатель уровня равный 1 необходим для ограничения возможности проскальзывания аммиака.

Достигнутые экологические выгоды

Сокращение выбросов оксидов азота в окружающую среду.

Экологические показатели и эксплуатационные данные

Степень обезвреживания оксидов азота может достигать 85 %–99 % и более.

Кросс-медиа эффекты

Энергоемкость - потребление энергии при необходимости повторного нагрева отработанного газа. Расход аммиака, используемого в качестве восстановителя.

Технические соображения, касающиеся применимости

Применимо.

Экономика

В зависимости от применяемого метода в каждом конкретном случае.

Движущая сила внедрения

Предотвращение загрязнения. Законодательные требования в области экологии охраны окружающей среды.

Таблица .. Характеристика выбросов загрязняющих веществ при производстве аммиака после очистки отходящих газов

№ п/п	Наименование	Технологический процесс	Метод очистки,	Объем и (или) масса выбросов ЗВ после очистки в расчете на тонну продукции, кг/т	Примечание	
					Источники выброса/	

	загрязняющих веществ		повторного использования	Макс	Мин.	стадия процесса	Метод определения ЗВ
1	2	3	4	5	6	7	8
1	NO ₂	Первичный риформинг	Без очистки	10	1	Трубчатая печь	Линейно-колористический метод МИ 167 - 5025 - 09
2	CO			7	0,5		Хроматографический метод

Таблица .. Характеристика выбросов загрязняющих веществ при производстве азотной кислоты после очистки отходящих газов

№ п/п	Наименование загрязняющих веществ	Технологический процесс	Метод очистки, повторного использования	Объем и (или) масса выбросов загрязняющих веществ после очистки в расчете на тонну продукции, кг/т		Примечание	
				Макс.	Мин.	Источники выброса/ стадия процесса	Метод определения загрязняющих веществ
1	2	3	4	5	6	7	8
1	NO ₂	Окисление аммиака	Высокотемпературная каталитическая очистка	10	0,5	Выхлопная труба	ГОСТ 12.1.014
2	NH ₃		-	10	0,5		СТ РК1958

Таблица .. Характеристика выбросов загрязняющих веществ при производстве аммиачной селитры после очистки отходящих газов

№ п/п	Наименование загрязняющих веществ	Технологический процесс	Метод очистки, повторного использования	Объем и (или) масса выбросов загрязняющих веществ после очистки в расчете на тонну продукции, кг/т		Примечание	
				Макс.	Мин.	Источники выброса/ стадия процесса	Метод определения загрязняющих веществ
1	2	3	4	5	6	7	8
1	NH ₃	Грануляция раствора	Очистка паровоздушной смеси в абсорберах	2,5	<0,1	Вентиляционная труба	Фотоколориметрический метод
				3,3	<0,1		Весовой

2	NHNO	Узел пересыпки	Скруббер мокрой очистки	3,3	<0,1	Труба аспирационного устройства	Гравиметрический метод
		Узел погрузки	Пылеулавливающее оборудование (циклоны, АПС)	0,7 1,3	<0,1 <0,1	Труба вытяжного устройства	

5.4.2. Снижение потребления энергии (энергетическая эффективность)

Удельное потребление газа составляет 1100 Нм³/тонн аммиака, что лучше существующих установок по производству аммиака в России, но несколько хуже (10 - 15 %) современных установок, вводимых в Европе и России. При этом следует сказать, что установку по производству аммиака методом прямого синтеза из азота и водорода с учетом проведенных модернизаций, а также агрегаты HTAS, Linde и KBR следует отнести к НДТ, так как все показатели этих агрегатов соответствуют требованиям методических рекомендаций по определению технологии в качестве наилучшей технологии при составлении настоящего справочника по НДТ.

Анализ фактического потребления энергоресурсов при производстве аммиака показал, что в настоящее время существует возможность для дальнейшей модернизации установок с целью увеличения производительности, снижения общего энергопотребления и негативного воздействия на окружающую среду. Поэтому в составе представленных технологий по ряду подпроцессов технологической схемы в качестве частных НДТ рекомендуется проводить мероприятия, представленные в таблице 5.22.

Таблица .. Техники, направленные на повышение энергоэффективности, оптимизацию и сокращение ресурсопотребления при производстве аммиака

№ п/п	Наименование НДТ	Основание
1	2	3
1	Повышение эффективности работы ППР- 600	Замена существующих горелок на энергоэффективные
2	Реконструкция компрессора воздуха при увеличении производительности (модернизация проточной части)	Повышение эффективности
3	Утилизация теплоты уходящих газов ППР- 600	Температура уходящих газов печи 200 - 250С
4		Увеличение мощности стадии очистки конвертированного газа, уменьшение удельного расхода МДЭА по сравнению с расходами МЭА, снижение расхода электроэнергии, снижение

	Замена МЭА(моноэтаноламин)-раствора абсорбентом на основе МДЭА (метилдиэтаноламин)	среднего удельного расхода тепла внутри отделения очистки на 400 ккал/(Нм ³ СО ₂)
5	Реконструкция компрессора синтез-газа	Повышение эффективности
6	Реконструкция теплообменных аппаратов	Повышение эффективности
7	Установка выделения водорода из продувочных и танковых газов производства аммиака	Увеличение производительности агрегата без увеличения расхода природного газа, пара и воздуха на технологию
8	Реконструкция насосных агрегатов	Повышение эффективности
9	Установка противодавленческой турбины	Утилизация теплоты избыточного пара P=39 кгс/см ² . Имеются сезонные избытки пара в количестве 20 тонн/ч. Пар после турбины направляется в коллектор пара P=13 кгс/см ²

Фактические расходы электроэнергии при производстве азотной кислоты превышают проектные и обоснованные нормы и составляют 0,33 - 0,35 тысяч кВтч на тонну азотной кислоты (с учетом общецеховых расходов).

Анализ фактического потребления энергоресурсов показал, что существует возможность для дальнейшей модернизации установок по производству азотной кислоты с целью увеличения производительности, снижения общего энергопотребления и негативного воздействия на окружающую среду. Поэтому в составе представленных технологий по ряду подпроцессов технологической схемы в качестве частных НДТ рекомендуется проводить мероприятия, представленные в таблице 5.23.

Таблица .. Техники, направленные на повышение энергоэффективности, оптимизацию и сокращение ресурсопотребления при производстве азотной кислоты

№ п/п	Наименование НДТ	Основание
1	2	3
1	Модернизация котла утилизатора	Повышение эффективности и паропроизводительности, работа на общий коллектор пара 13 кгс/см ²
2	Утилизация теплоты "хвостовых" газов после турбодетандера	Температура уходящих газов 160С
3	Реконструкция теплообменных аппаратов	Повышение эффективности
4	Реконструкция насосных агрегатов	Повышение эффективности
		Производство электроэнергии, утилизация тепла избыточного

5	Установка турбины мягкого пара с конденсатором	количества пара из коллектора 13 кгс/см ² , снижение затрат на покупку электроэнергии
---	--	--

Анализ фактического потребления энергоресурсов при производстве аммиачной селитры показал, что существует возможность для дальнейшей модернизации установок по производству аммиачной селитры с целью увеличения производительности, снижения общего энергопотребления и негативного воздействия на окружающую среду. Поэтому в составе представленных технологий по ряду подпроцессов технологической схемы в качестве частных НДТ рекомендуется проводить мероприятия, представленные в таблице 5.24.

Таблица .. Техники, направленные на повышение энергоэффективности, оптимизацию и сокращение ресурсопотребления при производстве аммиачной селитры

№ п/п	Наименование НДТ	Основание
1	2	3
1	Установка частотных регуляторов приводов электродвигателей насосов	Снижение расхода электроэнергии на собственные нужды
2	Внедрение частотных регуляторов (дробилки, мешалки, вентиляторы, барабаны, конвейеры)	Снижение расхода электроэнергии на собственные нужды
3	Реконструкция теплообменных аппаратов	Повышение эффективности

Системы, оборудование, позволяющие снизить расход электроэнергии, тепла на собственные нужды, осуществлять собственное производство электроэнергии, повысить энергоэффективность производства, снизить выбросы вредных веществ в атмосферу.

Техническое описание

Возможность решения экологических проблем за счет повышения энергоэффективности производства.

1. Установка частотных регуляторов приводов электродвигателей насосов. При регулировании производительности насоса изменением частоты вращения обеспечивается перемещение рабочей точки насоса по кривой характеристике трубопровода, а не насоса, как в случае с дросселированием. При этом избыточные напоры отсутствуют и обеспечивается минимальное энергопотребление. Регулирование частоты вращения насосов в насосной установке дает возможность оптимально распределить нагрузки между насосами, выровнять их КПД и удерживать в зоне оптимальных КПД их рабочие точки, снизив затраты энергии к минимальным значениям.

2. Внедрение частотных регуляторов для приводов технологических механизмов (дробилки, мешалки, вентиляторы, барабаны, конвейеры). Технологические режимы многих производственных механизмов на разных этапах работы требуют движения

рабочего органа с различной скоростью, что обеспечивается либо механическим путем, либо путем электрического регулирования скорости электропривода. При этом требования к диапазону и точности регулирования скорости могут изменяться в широчайших пределах в зависимости от области применения электропривода. Применение регулируемого частотного электропривода позволяет сберечь электроэнергию устранением неоправданных ее затрат, которые имеют место при альтернативных методах регулирования в технологических процессах.

3. Реконструкция теплообменных аппаратов. Технологические процессы, происходящие при высоких температурах, связаны с потерями энергии, эти потери определяются температурным уровнем и температурными напорами, влияющими на эффективность теплообмена. Реконструкция теплообменников позволит повысить эффективность технологического процесса и снизить тепловые потери.

4. Модернизация котла утилизатора. Эффективная утилизация тепла в котлах утилизаторов позволяет повысить их паропроизводительность, обеспечить их работу на общий коллектор пара 13 кгс/см^2 и за счет тепла избыточного количества пара производить электроэнергию на собственные нужды.

5. Установка турбины мятого пара с конденсатором. В производствах, имеющих избыток тепловых мощностей, целесообразно рассмотреть производство электроэнергии установкой паровой турбины с конденсатором, что позволит утилизировать тепло избыточного количества пара, снизить затраты на покупку электроэнергии.

6. Установка турбины с противодавлением. Одним из направлений повышения энергоэффективности производства является внедрение комбинированного производства тепла и электроэнергии. В производствах, имеющих избыток тепловых мощностей, целесообразно рассмотреть производство электроэнергии установкой паровой турбины с противодавлением, что позволит утилизировать тепло избыточного количества пара, снизить затраты на покупку электроэнергии.

7. Реконструкция насосных агрегатов. В процессе эксплуатации насосов происходит снижение их гидравлического КПД. Современные технологии с использованием композитных гидрофобных покрытий позволяют восстановить корпуса и рабочие колеса насосов, повысить их эффективность.

8. Повышение эффективности работы ППР- 600 путем замены горелок на энергоэффективные.

9. Реконструкция компрессора воздуха для увеличения производительности за счет модернизации проточной части позволит повысить его энергоэффективность и производительность.

10. Более глубокая утилизация теплоты уходящих газов ППР- 600 с температуры уходящих газов печи 200 – 250 С до уровня 160 С позволит утилизировать дополнительно тепло.

11. Замена МЭА (моноэтаноламин)- раствора абсорбентом на основе МДЭА (метилдиэтаноламин) позволит увеличить мощность стадии очистки конвертированного газа, уменьшить удельный расход МДЭА по сравнению с расходами МЭА, снизить расход электроэнергии. Снижение среднего удельного расхода тепла внутри отделения очистки составит 400 ккал/ (Нм³ СО₂).

Достигнутые экологические выгоды

Улучшение экологических показателей за счет повышения энергоэффективности технологических процессов и снижения расходов электроэнергии и тепла в процессе производства.

Экологические показатели и эксплуатационные данные

Информация по конкретным производствам отсутствует. По экспертным оценкам в зависимости от режимов работы оборудования применение ЧРП позволяет снизить расход электроэнергии на насосных агрегатах, мешалках конвейерах, мельницах от 20 до 50 %, повысить надежность и срок службы электродвигателей. Точный температурный контроль стадий процесса позволит экономить до 15 - 20 % тепла. Внедрение паротурбинного оборудования позволит производить дополнительную электроэнергию на собственные нужды. Реконструкция насосов позволит повысить их эффективность в среднем на 3 - 5 %. Реконструкция теплообменных аппаратов позволит повысить эффективность теплообмена и снизить потери тепла.

Кросс-медиа эффекты

Снижение энергоемкости производства. Повышение уровня культуры производства

Технические соображения, касающиеся применимости

Описанные выше компоненты, как правило, могут быть применены ко всем объектам, входящим в область действия настоящего документа. Объем (например, уровень детализации) и характер внедрения будут связаны с характером, масштабом и сложностью установки, а также ее эффективностью и диапазоном воздействия на окружающую среду, которое она может оказывать.

Экономика

В зависимости от применяемого метода в каждом конкретном случае.

Движущая сила внедрения

Движущими силами для внедрения мероприятий по энергоэффективности являются

:

улучшение экологических показателей;

повышение энергоэффективности и производство дополнительной собственной электроэнергии;

повышение уровня мотивации и вовлечение персонала;

дополнительные возможности для снижения эксплуатационных затрат и улучшения качества продукции.

5.4.3. Мониторинг выбросов в атмосферный воздух

Перечни контролируемых параметров и веществ на предприятиях по производству серной кислоты, ЭФК, минеральных удобрений (аммофос) и ТКФ Республики Казахстан представлены в таблице 5.25.

Таблица .. Рекомендации по проведению мониторинга выбросов в атмосферный воздух

№ п/п	Наименование	Параметр, наименование ЗВ	Периодичность контроля *
1	2	3	4
1	Производство аммиачной селитры, смешанных азотно-фосфорных удобрений, азотной кислоты, аммиака	Диоксид азота (NO ₂)	Непрерывно
		Оксид углерода (CO)	
		Аммиак (NH ₃)	
		Аммоний нитрат (NHNO)	

* непрерывный мониторинг предполагает постоянное измерение и проводится посредством автоматизированной системы мониторинга на организованных источниках согласно требованиям действующего законодательства. В случаях, предусмотренных законодательством, допускается проведение периодического мониторинга - в соответствии с программой ПЭК, но не реже 1 раза в месяц.

5.4.5. Мониторинг сбросов в водные объекты

Перечни контролируемых веществ при проведении мониторинга состояния систем водопотребления и водоотведения на предприятиях по производству аммиачной селитры, смешанных азотно-фосфорных удобрений, азотной кислоты, аммиака в Республике Казахстан представлены в таблице 5.26.

Таблица .. Перечень контролируемых веществ при проведении мониторинга состояния систем водопотребления и водоотведения на предприятиях по производству аммиачной селитры, смешанных азотно-фосфорных удобрений, азотной кислоты, аммиака

№ п/п	Наименование	Параметр, наименование ЗВ	Периодичность контроля
1	2	3	4
1	Производство аммиачной селитры, смешанных азотно-фосфорных	Медь	Ежеквартально
		Железо	
		Взвешенные вещества	
		Аммоний солевой	

удобрений, азотной кислоты, аммиака	Нитраты
	Нитриты
	Нефтепродукты

5.4.6. Повышение безопасности производственного процесса

Описание

Оптимизация производства аммиака требует искусного баланса рабочих условий, требующего рассмотрения большого количества факторов. К ним относятся кинетика и термодинамика реакции, а также свойства катализатора синтеза. В этой связи одной из многих трудностей, которые необходимо преодолеть при проектировании колонны синтеза, является регулирование температуры в полках. Конструкторские разработки многих колонн нацелены на улучшение регулирования температур с одновременным сокращением энергозатрат посредством максимально возможной рекуперации тепла.

Техническое описание

Колонна синтеза аммиака S- 200 представляет собой двухполочную колонну с радиальным ходом газа с непрямым охлаждением между полками с катализатором. При этом достигается улучшенная конверсия на каждом проходе по сравнению с известными до этого технологиями. Колонна имеет встроенный теплообменник вход-выход под второй полкой, что позволяет использовать тепло реакции для подогрева питательной котловой воды на выходе колонны.

Достигнутые экологические выгоды

Снижение рисков аварийных ситуаций с выбросом аммиака в окружающую среду.

Экологические показатели и эксплуатационные данные

Реконструкция колонны синтеза аммиака посредством внедрения модернизированной корзины S- 200 позволит увеличить долгосрочность использования катализаторов, иметь гибкость технологических параметров, увеличить срок службы оборудования, снизить риски аварийных ситуаций с выбросом аммиака в атмосферу. Помимо этого, данная корзина позволяет увеличить выход аммиака на 50 %.

Кросс-медиа эффекты

Отсутствуют.

Технические соображения, касающиеся применимости

Применимо в производстве аммиака, метанола, синтез-газа, водорода.

Экономика

Экономия сырья, расхода электроэнергии, увеличение производительности конечных продуктов.

Движущая сила внедрения

Экономические и экологические выгоды.

5.4.7. Рациональное использование топливно-энергетических ресурсов

Описание

С целью модернизации оборудования и установок необходима замена устаревшего оборудования на новое, отвечающее высоким требованиям, предъявляемым к современным производствам. Одними из путей модернизации являются реконструкция печи первичного риформинга с внедрением реакционных труб нового типа, а также замена изношенного теплообменного и холодильного оборудования.

Техническое описание

Очищенный от серы природный газ смешивается с водяным паром в смесителе М-101 до соотношения пар:газ = (3,7÷4,1):1 Нм³/Нм³, последовательно подогревается в змеевиках конвекционной и предконвекционной зон печи до температуры 527° С и через газовые коллекторы вводится в реакционные трубы. Водяной пар в смеситель подается через регулирующий узел КЗРС из котла-утилизатора агрегата синтеза аммиака и недостающее количество - из сепаратора пара.

Достигнутые экологические выгоды

Снижение рисков аварийных ситуаций и выбросов вредных веществ в окружающую среду.

Экологические показатели и эксплуатационные данные

Если до реконструкции на одну тонну производства аммиака необходимо порядка 1300 кубометров газа, то после модернизации 990 кубов газа. Обеспечиваются энергетические затраты на 40 %. Внедрение реакционных труб нового типа в печи первичного риформинга позволило увеличить выработку азотной кислоты, что повлияло на выпуск аммиачной селитры.

Кросс-медиа эффекты

Отсутствуют.

Технические соображения, касающиеся применимости

Применимо в химической отрасли.

Экономика

Экономия сырья, расхода электроэнергии, увеличение производительности конечных продуктов.

Движущая сила внедрения

Экономические и экологические выгоды.

Система экологического менеджмента

5.5. Производство хлора и каустической соды

5.5.1. Техники для предотвращения выбросов в атмосферный воздух

Выбор технологических подходов, методов, мер и мероприятий, направленных на очистку выбросов от вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух, определяется составом и особенностями конкретных областей применения НДТ, рассмотренных ниже.

При ведении химических технологических процессов рассматриваемого хлорщелочного производства снижение выбросов загрязняющих веществ в атмосферу обеспечивается:

надежной герметизацией оборудования, соединительных фланцев трубопроводов, предотвращающей неорганизованные выбросы технологических продуктов;

нейтрализацией (поглощением) и очисткой выделений хлора, соляной кислоты и гидроксида натрия.

Образующиеся в процессе получения хлора и производства полупродуктов и продуктов на основе хлора и обращения с ними газообразные выделения, содержащие хлор, направляются в поглотительные и санитарные колонны, в которых хлор абсорбируется разбавленным раствором каустической соды с образованием гипохлорита натрия.

Установка поглощения хлора

Описание

Снижение выбросов хлора в воздух путем использования метода абсорбции, основанного на поглощении хлора раствором едкого натра.

Технологическое описание

Аварийное поглощение хлора (дехлорирование газовых выбросов). Хлорсодержащие газовые выбросы очищаются от хлора путем поглощения хлора раствором едкого натра, при этом образуется гипохлорит натрия - NaClO . Абсорбция хлора осуществляется в колонне аварийной абсорбции хлора, в нижнюю часть которой подаются хлорсодержащие газовые выбросы производства, в то время как разбавленный раствор едкого натра поступает в ее верхнюю часть и рециркулирует при помощи насоса циркуляции, охлаждаясь оборотной водой в холодильнике гипохлорита. Разбавленный раствор едкого натра хранят в одной из резервных емкостей, пока в другой емкости содержание гипохлорита в циркулирующем растворе возрастает. Очищенные газовые выбросы, содержащие непоглощающиеся газы, такие, как азот, кислород и диоксид углерода, выбрасываются в атмосферу. Полученный раствор гипохлорита может быть перекачан с помощью насоса гипохлорита в резервуар некондиционного гипохлорита и оттуда подан в систему получения товарного гипохлорита натрия насосом гипохлорита для увеличения концентрации растворенного NaClO .

Достигнутые экологические выгоды

Сокращение выбросов хлора и других окислителей в воздух.

Экологические показатели и эксплуатационные данные

Снижение концентрации хлора до минимальных значений при наличии каустической соды в достаточном количестве и концентрации, а также резервных насосов для разбавленного раствора.

Кросс-медиа эффекты

Расход энергии при эксплуатации абсорбционной установки. Основным потребляемым вспомогательным материалом является агрессивная жидкость для очистки (т.е. раствор каустической соды).

Технические соображения, касающиеся применимости

Применимо.

Экономика

В зависимости от применяемого метода в каждом конкретном случае.

Движущая сила внедрения

Движущей силой для внедрения являются экологическое законодательство, а также законодательные требования в области охраны труда и техники безопасности.

5.5.2. Водопотребление и управление сточными водами

5.5.2.1. Использование более чистого сырья и вспомогательных материалов (выбор типа соли)

Описание

Контроль качества используемого сырья, состав которого может повлиять на качество образующихся сточных вод.

Технологическое описание

Используемое сырье и/или вспомогательные материалы могут быть источником загрязняющих веществ, которые впоследствии могут оказаться в сточных водах. Могут включать в себя загрязняющие вещества, в частности, промежуточные продукты и прекурсоры, полученные извне. Различные виды соли, используемые на хлорщелочных заводах, имеют свои преимущества и недостатки с точки зрения общего воздействия на окружающую среду. Все виды соли требуют энергии для их добычи, очистки и транспортировки, что зависит от используемых методов добычи, а также от средств транспортировки и расстояния от источника соли до хлорно-щелочного завода.

Необходимый уровень качества исходных материалов может быть достигнут путем контроля надежности поставщиков и качественных характеристик сырья. Возможно осуществление очистки сырья специализированными производителями, имеющими технические средства для уменьшения и правильной утилизации удаленных загрязняющих веществ.

Достигнутые экологические выгоды

Сокращение эмиссий в окружающую среду.

Кросс-медиа эффекты

Расходы энергии и материалов, требуемых для очистки сырья (если это необходимо).

Необходимо найти оптимальное решение при определении необходимости очистки сырья, будет ли это выгодно для производителя или для пользователя.

Технические соображения, касающиеся применимости

Применимость ограничена стоимостью закупаемого аналога сырья, а также стоимостью очистительного оборудования, необходимого для очистки сырья.

Экономика

В зависимости от применяемого метода в каждом конкретном случае.

Движущая сила внедрения

Сокращение эмиссий в окружающую среду.

5.5.2.2. Повторное использование и рециркуляция

Описание

Снижение объемов сбрасываемых сточных вод посредством их повторного использования в производственном цикле.

Технологическое описание

Производство характеризуется использованием многократного оборота технологических потоков, переработкой промежуточных продуктов в товарную продукцию. В технологической схеме выделяются следующие потоки, направляемые в оборот:

замкнутый цикл рассола для промывки соли, включающий очистку рассола;

возврат рассола от фильтрации шлама с участка осветления на станцию очистки;

возврат основной части католита на электролиз;

возврат анолита, после обработки, на стадию приготовления рассола;

замкнутый цикл серной кислоты, используемой при осушке хлора, который включает в себя установку концентрирования кислоты;

циркулирование раствора гидроксида натрия на стадии очистки газовых выбросов от хлора;

возврат конденсата со стадии концентрирования и чешуирования каустической соды на стадию приготовления рассола;

замкнутый цикл охлаждающей воды.

Достигнутые экологические выгоды

Сокращение объемов первичного водопользования.

Сокращение объемов очищенных сточных вод.

Повторное использование/переработка материалов.

Экологические показатели и эксплуатационные данные

Очистка сточных вод с применением определенных методов очистки способствует повышению эффективности рециркуляции.

Кросс-медиа эффекты

Отсутствует.

Технические соображения, касающиеся применимости

Применение возможно, если такие компоненты, как побочные продукты или соли, не оказывают негативного влияния на качество конечной продукции.

Экономика

В зависимости от применяемого метода в каждом конкретном случае.

Движущая сила внедрения

Необходимость применения обусловлена следующими факторами:

снижение объемов водопотребления;

отсутствие мест для сброса сточных вод, например, ограниченное законодательством или местными условиями;

экономические аспекты (например, из-за снижения платы за использование свежей воды или за счет восстановления продуктов и увеличения выхода продукции).

5.5.2.3. Снижение содержания сульфатов в сточных водах

Описание

Метод заключается в кристаллизации и восстановлении сульфата бария из рассола очистки.

Технологическое описание

Концентрация сульфатов в рассоле зависит от качества используемой соли и должна быть тщательно контролироваться для предотвращения повреждения анодов и мембран. Это достигается путем осаждения в виде сульфата бария.

Насыщенный рассол с содержанием NaCl 300 - 315 г/л поступает в реактор вывода сульфатов из рассола, где смешивается с растворами $\text{BaCl}_2/\text{Na}_2\text{CO}_3$ для удаления ионов сульфата и кальция в виде образующихся соединений BaSO_4 и CaCO_3 , которые высаждаются из рассола. Приготовление растворов BaCl_2 и Na_2CO_3 в технологической воде ведется в периодическом режиме. Вода и кристаллы BaCl_2 и Na_2CO_3 загружаются в емкость хлорида бария и емкость карбоната натрия.

Достигнутые экологические выгоды

Снижение концентрации сульфатов в сточных водах.

Экологические показатели и эксплуатационные данные

Нет данных.

Кросс-медиа эффекты

Расход сырья в виде растворов $\text{BaCl}_2/\text{Na}_2\text{CO}_3$.

Технические соображения, касающиеся применимости

Применимо.

Экономика

В зависимости от применяемого метода в каждом конкретном случае.

Движущая сила внедрения

Необходимость удаления сульфата из рассола для защиты оборудования. Получение товарного побочного продукта.

5.5.3. Техники снижения образования отходов

5.5.3.1. Использование отработанной серной кислоты при сушке хлора вместо ее нейтрализации и сброса

Описание

Этот метод заключается в использовании отработанной серной кислоты при сушке хлора вместо ее нейтрализации и сброса.

Техническое описание

Для сушки хлора используется концентрированная серная кислота (92 - 98 мас.%). Отработанная кислота может быть использована для контроля pH в технологическом процессе и сточных водах или для уничтожения излишков гипохлорита, если на объекте имеется соответствующий спрос. Она также, может быть, реконцентрирована или продана в качестве побочного продукта любому пользователю, который может использовать кислоту такого качества.

Достигнутые экологические выгоды

Достигнутые экологические преимущества этих методов включают:

сокращение потребления сырья и энергии благодаря замене свежей серной кислоты; сокращение выбросов сульфатов и расхода каустика, если в противном случае отработанная кислота была бы нейтрализована и сброшена.

Экологические показатели и эксплуатационные данные

Отсутствуют.

Кросс-медиа эффекты

Кросс-медийные эффекты отсутствуют.

Технические соображения, касающиеся применимости

Применимость ограничена необходимостью больших площадей, многократно превышающих промплощадку очистных сооружений, на которых образуется подсушиваемый осадок. В сухое жаркое время года подсушенный осадок может загораться подобно торфу.

Экономика

В зависимости от применяемого метода в каждом конкретном случае.

Движущая сила внедрения

Экономическая выгода (получение дохода от продажи серной кислоты, экономия за счет замены свежей серной кислоты).

5.5.3.2. Реконцентрация отработанной серной кислоты

Описание

Эта технология заключается в реконцентрировании отработанной серной кислоты на месте или за пределами объекта в испарителях замкнутого цикла под вакуумом путем косвенного нагрева или усиления с помощью триоксида серы.

Техническое описание

При использовании испарителей с замкнутым циклом реконцентрация обычно проводится в два этапа. Первый испаритель обычно работает при давлении около 80

мбар и концентрирует кислоту до 90 мас. %, а второй обычно работает при давлении 15 - 20 мбар для достижения конечной концентрации кислоты 96 мас.%. Кислота после установки концентрирования, содержащая 96,0 % H_2SO_4 , возвращается в емкость хранения концентрированной H_2SO_4 , а затем насосом подачи свежей кислоты подается в компрессор хлора и насосом подачи свежей серной кислоты подается в холодильник концентрированной серной кислоты. Пары из обоих испарителей проходят через колонну очистки, после чего конденсируются в конденсаторе. Скруббинговая колонна необходима из-за резкого увеличения содержания серной кислоты в газовой фазе при концентрации жидкости >75 мас.%. Конденсат используется в качестве рабочей жидкости для создания вакуума путем эжекции пара, а затем сбрасывается. Используемые материалы должны обладать высокой коррозионной стойкостью, чтобы избежать проблем с коррозией, особенно если исходная кислота загрязнена.

Достигнутые экологические выгоды

Достигнутые экологические преимущества этих методов включают:

снижение расхода серной кислоты;

снижение выбросов сульфатов и расхода каустика, если отработанная кислота была бы нейтрализована и сброшена.

Экологические показатели и эксплуатационные данные

Отсутствуют.

Кросс-медиа эффекты

Сырье и энергия расходуются на установку и эксплуатацию блока реконцентрации. В зависимости от наличия загрязняющих веществ в исходной кислоте могут возникать выбросы в атмосферу. В конденсаторах/вакуумных генераторах образуется сточная вода. Во избежание накопления загрязняющих веществ в концентрированной кислоте обычно требуется небольшая продувка кислоты.

Технические соображения, касающиеся применимости

Реконцентрация на месте в испарителях с замкнутым циклом может применяться на новых и существующих предприятиях. Необходимая площадь установки зависит от мощности завода.

Экономика

В зависимости от применяемого метода в каждом конкретном случае.

Движущая сила внедрения

Снижение затрат, связанных с потреблением серной кислоты.

5.5.4. Снижение потребления энергии (энергетическая эффективность)

Промышленный опыт эксплуатации производства хлора и каустической соды мембранным методом в Республике Казахстан отсутствует. Установка для производства хлора и каустической соды мембранным методом создана в Казахстане в 2011 году впервые.

Мембранные электролизеры и технология получения хлора и каустической соды компании "Tissen Krupp Uhde Chlorine Engineers", установленные в Казахстане, с успехом эксплуатируются в Европе, Китае, США, Аргентине, Иране, Турции, на территории СНГ аналогичные производства имеются в России (Иркутская область), в Украине (город Калуш), в Узбекистане (город Навои).

В настоящее время совершенствование технологии мембранного электролиза позволило достичь технико-экономических показателей, которые позволяют широко внедрять этот процесс в промышленность. В основе метода мембранного электролиза лежит явление переноса ионов через ионообменные мембраны под действием электрического тока. Основные достоинства мембранного метода— экологическая безопасность, экономия энергоресурсов, высокое качество получаемых продуктов, высокая степень автоматизации производства и малые производственные площади.

По сравнению с ртутным методом мембранный метод обеспечивает экономию электрической энергии главным образом за счет снижения напряжения на электролизере. По сравнению с диафрагменным методом — существенно снижаются энергозатраты на выпарку, поскольку выпариванию подвергаются более концентрированные растворы едкого натра, практически не содержащие хлорид натрия. Суммарные энергозатраты при мембранном методе электролиза примерно на 25 - 40 % ниже, чем при традиционных методах диафрагменного и ртутного электролиза.

В зависимости от конкретных условий мембранные производства могут оснащаться как моно-, так и биполярными электролизерами, поэтому легко вписываются в существующие производственные комплексы. Мембранные электролизеры занимают примерно на 50 % меньше площади производственных помещений, чем диафрагменные или ртутные той же производительности. Поэтому перевод действующих ртутных или диафрагменных производств на мембранный метод производства может осуществляться с увеличением мощности примерно в 2 раза.

Основными видами энергетических ресурсов, используемым в производстве водорода, хлора и гидроксида натрия мембранным методом электролиза, являются электроэнергия, в том числе электроэнергия постоянного тока, а также тепловая энергия (пар) на стадии выпарки католита (электрощелока). Показатели потребления основных видов сырья, материалов и энергоресурсов на производство 1 тонны раствора едкого натра марки РМ (на 100 % NaOH) мембранным методом электролиза представлены в таблице 5.27 [6].

Таблица .. Показатели потребления сырья, материалов и энергоресурсов на производство 1 тонны раствора едкого натра марки РМ (на 100 % NaOH) мембранным методом электролиза

№ п/п	Наименование	Ед. изм.	Расход на 1 тонну 100 % NaOH	
			Мин.	Макс.

1	2	3	4	5
1	Соль (галит) или рассол хлорида натрия в пересчете на 100 % NaCl	кг	1485	1860
2	Натрий едкий технический или электрощелока в пересчете на 100 % NaOH	кг	2,0	170
3	С о д а кальцинированная и л и карбонизированная электрощелока на 100 %	кг	15,0	89
4	Кислота соляная техническая в пересчете на 100 % HCl	кг	14,2	54,3
5	В о д а для растворения соли	тонн	4,454	5,90
6	Кислота серная концентрированная или олеум в пересчете на 100 % H ₂ SO ₄	кг	-	29
7	В о д а обессоленная	м ³	0,8	1,5
8	Электроэнергия постоянного тока	кВтч	2200	2500
9	Электроэнергия переменного тока	кВтч	13,3	15,0
10	Тепловая энергия в паре	МДж	921	2250
11	Воздух осушенный технологический	м ³	60	270
12	Х о л о д с температурой (9 ± 2) °С	МДж	15	25
13	Диоксид углерода	кг	45	52
14	Деминерализованная вода	м ³	2,5	2,55
15	Ионообменная мембрана	м ²	0,006	0,0085

Показатели потребления основных видов сырья, материалов и энергоресурсов на производство 1 тонны твердого едкого натра (чешуированного или гранулированного) в пересчете на 100 % NaOH представлены в таблице 5.28 [6].

Таблица .. Показатели потребления сырья, материалов, энергоресурсов на производство 1 тонны твердого едкого натра (чешуированного или гранулированного) в пересчете на 100 % NaOH

№ п/п	Наименование	Ед. изм.	Расход на 1 тонну 100 % NaOH	
			Мин.	Макс.
1	2	3	4	5
1	Натр едкий очищенный или натр едкий марки РР в пересчете на 100 % NaOH	кг	1001,0	1041,8
2	Натрий азотистокислый	кг	-	0,066
3	Селитра калиевая техническая	кг	-	0,061
4	Водород технический	тм ³	0,35278	0,38512
5	Кислород газообразный технический, 95 %	тм ³	0,14909	0,16132
6	Природный газ	тм ³	0,1053	0,1242
7	Пар	Гкал	0,0084	0,30
8	Холод	Гкал	-	8,0
9	Вода химочищенная или обессоленная (или речная)	м ³	25,7 (90)	71 (91)
10	Вода оборотная	м ³	108,4	150,9
11	Электроэнергия	тыс. кВтч	0,0408	0,0850
12	Воздух сжатый (осушенный)	Нм ³	0,0079	8,6

Мембранный метод производства водорода, хлора и гидроксида натрия является энергетически наиболее эффективным среди всех реализованных в промышленном масштабе электрохимических методов, однако на текущий период этот метод производства остается наиболее сложным в организации и эксплуатации, а также требует более высоких капитальных затрат на создание и эксплуатацию производства.

Производство хлора и каустической соды мембранным методом по основным показателям потребления энергоресурсов соответствует аналогичному производству из справочника Российской Федерации и лучшим мировым аналогам. Таким образом, производство хлора и каустической соды в Казахстане по показателям энергоэффективности следует отнести к НДТ. Преимущества выбранной технологии и расходные коэффициенты соответствуют лучшим мировым аналогам.

5.5.5. Техники предотвращения загрязнения почвенного покрова

Описание

Производственные объекты, где вещества (обычно жидкости), представляющие опасность загрязнения почвы, поверхностных и подземных вод, эксплуатируются и обслуживаются таким образом, чтобы не происходило разливов. Используемое технологическое оборудование (комплексы, установки) герметично, надежно и достаточно устойчиво к возможным механическим, термическим или химическим нагрузкам. Утечки выявляются быстро. Возможные утечки подлежат безопасному хранению для последующей обработки или утилизации. Низкий процент возникновения утечек и разливов, которые могут оказать влияния на почвенный покров, достигается путем использования надежного оборудования (оборудование с двойными стенками) и надежных систем обнаружения утечек, основными преимуществами которых являются непроницаемость и стабильность зоны удержания в зависимости от количества вещества, которое может разлиться прежде, чем оно окажет воздействие на окружающую среду.

Достигнутые экологические выгоды

Предотвращение загрязнения почвенного грунта, поверхностных и подземных вод.

Экологические показатели и эксплуатационные данные

Для предотвращения загрязнения почвенного грунта, поверхностных и подземных вод могут быть реализованы следующие эксплуатационные меры:

своевременное техническое обслуживание эксплуатируемого оборудования с целью проверки на целостность, герметичность и устойчивость к проникновению воды или других веществ;

погрузка и разгрузка материалов осуществляется только в специально отведенных местах, защищенных от утечки стоков (материалы и вещества, планируемые к утилизации, собираются и хранятся в специально отведенных местах, защищенных от утечек);

применение современных систем обнаружения утечек (сигнализация, устанавливаемая на отстойниках или других камерах очистных сооружений, из которых могут произойти утечки, срабатывающей при повышении уровня жидкости);

разработка и выполнение программы испытаний и проверок резервуаров и трубопроводов;

проверка на наличие утечек на всех фланцевых соединениях и клапанах трубопроводов, используемых для транспортировки материалов (кроме воды), с ведением отчетности по проверкам;

предусмотрена система для сбора любых утечек из фланцев и клапанов, используемых для транспортировки материалов, отличных от воды, за исключением случаев, когда используется герметичное оборудование;

достаточный запас применимых абсорбирующих материалов и защитного оборудования для локализации распространения загрязняющих веществ на водной поверхности;

своевременная проверка обваловок.

Кросс-медиа эффекты

Нет.

Технические соображения, касающиеся применимости

Применимо.

Экономика

В зависимости от применяемого метода в каждом конкретном случае.

Движущая сила внедрения

Предотвращение загрязнения почвенного покрова, поверхностных и подземных вод

5.5.6. НДТ, направленные на оптимизацию технологического процесса

5.5.6.1. НДТ, направленная на эффективное использование природного рассола

Описание

Система циркуляции рассола внутри мембранной ячейки за счет подъемной сила газа для обеднения хлористого натрия.

Техническое описание

В системе циркуляции рассола по наружной трубе с патрубком ультрачистый рассол поступает в анодную камеру и распределяется по всей ширине камеры по внутренней питательной трубе. За счет спускной пластины подъемная сила газа используется, чтобы создать сильную внутреннюю циркуляцию рассола и обеспечить его оптимальное распределение по всей камере при равномерной плотности и температуре. Обедненный рассол и хлор выводятся из камеры по выводной трубе. Катодная камера также имеет питательную трубу, в данном случае для распределения каустика, и выводную трубу для вывода продуктов - водорода и каустика (32 %). Катодная камера не имеет спускную пластину, потому что разница в концентрации каустика на входе и выходе катодной камеры – небольшая (2 %), и водород и каустик легче разделяются, чем рассол и хлор. В верхней части анодной и катодной камер расположены слегка трапециевидные анодные и катодные каналы, что обеспечивает более высокое обеднение хлористого натрия в мембранных ячейках.

Подаваемый рассол может быть подкислен для повышения качества хлора. Риск разрушения мембраны впоследствии переокисления исключается оформлением внутреннего пространства ячейки – спускная пластина обеспечивает тщательное перемешивание.

Достигнутые экологические выгоды

Ускорение выделения хлора и водорода, контроль их утилизации, обеспечение тщательного перемешивания.

Экологические показатели и эксплуатационные данные

Более сильное обеднение хлористого натрия в мембранных ячейках предполагает более низкую степень рециркуляции и значительно меньше оборудования и сырья чем,

например, в ртутных установках такой же мощности. Расход сырья на 1 тонну 100 -% NaOH уменьшается на 8,125 % по сравнению с ртутным методом.

Кросс-медиа эффекты

Отсутствуют.

Технические соображения, касающиеся применимости

Отсутствует.

Экономика

Снижение энергозатрат на электролиз рассола (рапы) за счет подъемной сила газа при использовании спусковой пластины.

Движущая сила внедрения

Уменьшение количества мембран в ячейке.

5.5.6.2. НДТ, направленная на возобновление соляных залежей и защиту мембран

Описание

Рапа на берегу первоначально промывается от донной грязи и дробится до нужных производству параметров. Затем, промытая черная соль, после двухстадийной очистки возвращается в озеро для дальнейшего процесса образования новых соляных залежей.

Техническое описание

Обеспечивает подачу высококачественного рассола в мембранные ячейки. Полученный хлор выводится из ячейки вместе с обедненным рассолом.

Очистка рассола является важнейшей стадией установки мембранного электролиза. Эффективная очистка рассола обеспечивает защиту мембран в электролизных ячейках, что сводит к минимуму инвестиции и производственные затраты. С ее методом UhdeBrineTech™ Uhde постоянно совершенствует стадию очистки рассола.

Достигнутые экологические выгоды

Возобновление соляных залежей озера Тайконоыр благодаря возврату черной соли для сохранения естественного природного качества и ресурсов озера.

Экологические показатели и эксплуатационные данные

Производительность линии очистки и дробления рапы составляет 70 тонн в час или 54 тысяч тонн за сезонный цикл. Полное отсутствие твердых отходов на стадии очистки природного рассола от примесей. Благодаря повышению качества процесса очистки рассола повышается срок эксплуатации мембран до 4 лет.

Кросс-медиа эффекты

Отсутствуют.

Технические соображения, касающиеся применимости

Применимо для очистки других природных рассолов.

Экономика

Экономия средств на утилизацию и переработку отходов обогащения и очистки, а также на эксплуатацию мембран.

Движущая сила внедрения

Снижение экологической нагрузки и экономия средств.

5.5.6.3. НДТ, направленная на рециркуляцию католита в составе мембранных электролизных установок

Описание

Система циркуляции католита в составе мембранных электролизных установок с использованием деминерализованной воды для разбавления концентрации гидроксида натрия, которая возвращается как католит обратно в процесс.

Техническое описание

Частичный поток продукта 32 % NaOH с помощью деминерализованной воды разбавляется до концентрации 30 % и возвращается в мембранные ячейки как католит. Концентрация остального каустика-продукта может быть повышена, если это необходимо.

Достигнутые экологические выгоды

Обеспечивается максимальное использование католита, тем самым достигается оптимальное использование рассола.

Экологические показатели и эксплуатационные данные

Полный возврат отработанного рассола в качестве исходного сырья для получения каустической соды.

Кросс-медиа эффекты

Отсутствуют.

Технические соображения, касающиеся применимости

Применимо для производства каустической соды мембранным методом электролиза

Экономика

Снижение затрат на подготовку рассола.

Движущая сила внедрения

Снижение экологической нагрузки и экономия средств.

5.5.6.4. НДТ, направленная на обеспечение герметичности и прочности электролизной ячейки в ходе эксплуатации

Описание

Использование антикоррозионных металлов для изготовления анодной и катодной камеры и уплотнение рамы для обеспечения непрерывной работы и герметичности мембранной установки.

Техническое описание

Элемент с единичной ячейкой с анодной камерой изготовлен полностью из титана, а катодная – из никеля. В уплотнительную систему входят уплотнение рамы из модифицированной ПТФЭ (Ф- 4/TFM) и уплотнительные шнуры "Гортекс". Стальные наружные фланцы с электроизолированными болтами и пружинными прокладками обеспечивают герметичность в ходе всего срока службы.

Большое влияние на эксплуатационные расходы установки по производству хлора и каустика оказывает срок ее непрерывной работы, который в значительной мере зависит от надежности материалов и прочности конструкции ячейки. Это особенно важно в случае мембранного электролиза, где довольно чувствительная мембрана играет центральную роль.

Достигнутые экологические выгоды

Снижение риска аварийных выбросов при коррозии оборудования и повышение срока службы агрегатов.

Экологические показатели и эксплуатационные данные

Повышение эксплуатационной надежности оборудования. Снижение риска аварийных выбросов при коррозии оборудования и повышение срока службы агрегатов металлоконструкции до 20 лет с обеспечением 100 % герметичности электролитической ячейки.

Кросс-медиа эффекты

Отсутствуют.

Технические соображения, касающиеся применимости

Применимо в мембранных электролизерах.

Экономика

Снижение затрат на аварийные ситуации, а также потерь при остановке непрерывного производства.

Движущая сила внедрения

Снижение экономических затрат на оборудование.

5.5.6.5. НДТ, способствующая повышению степени безопасности предотвращением газообмена

Описание

Техника обеспечения надежной работы мембран благодаря максимальному заполнению анодных и катодных пространств.

Техническое описание

Благодаря тому, что даже в резервном режиме обе камеры заполнены жидкостью, гарантируется, обеспечивается полное погружение мембраны в жидкости, что предотвращает обмен газов (водорода и хлора) через мембрану в верхней части электролизной ячейки. Рассол и хлор в анодном пространстве, а каустик и водород в катодном пространстве транспортируются до верха камер, т. е. жидкость полностью увлажняет мембрану, обеспечивая ее надежную работу.

Достигнутые экологические выгоды

Снижение риска аварийных выбросов при поломке оборудования и повышение срока службы агрегатов.

Экологические показатели и эксплуатационные данные

Снижение риска аварийных выбросов при поломке оборудования и повышение срока службы агрегатов. Для анодного и катодного покрытия до 8 лет, мембраны – до 4 лет, металлоконструкции – до 20 лет.

Кросс-медиа эффекты

Отсутствуют.

Технические соображения, касающиеся применимости

Применимо в электролизе с использованием ионообменных мембран.

Экономика

Снижение затрат на аварийные ситуации, а также потерь при остановке непрерывного производства.

Движущая сила внедрения

Снижение экономических затрат на оборудование.

5.5.6.6. Газожидкостное разделение смеси для минимизации колебания перепада давления внутри ячейки и продления срока службы мембраны

Описание

Пенистая смесь газа и жидкости разделяется внутри ячейки за счет перепада давления. Данная смесь разделена полностью на две разные фазы жидкости и газа, что позволяет их полное разделение и обеспечивает минимизацию колебания перепада давления внутри ячейки. Минимизация колебания перепада давления внутри ячейки способствует продлению срока службы мембраны.

Техническое описание

В каналах пенная газожидкостная смесь полностью разделена на две фазы, т.е. из ячейки выводится поток, состоящий из двух гомогенных фаз. За счет этого полного разделения газа и жидкости колебания перепада давления внутри ячейки доведены до минимума, и срок службы мембраны больше продлевается. Герметичные ячейки работают при избыточном давлении от 300 мбар до 4,7 бар изб.

Достигнутые экологические выгоды

Обеспечение высокой степени безопасности мембранного электролиза с полным разделением газов.

Экологические показатели и эксплуатационные данные

Продлевается срок службы мембраны.

Кросс-медиа эффекты

Отсутствуют.

Технические соображения, касающиеся применимости

Применимо в электролизе с использованием ионообменных мембран.

Экономика

Сокращение затрат на энергию и эксплуатационные расходы.

Движущая сила внедрения

Снижение экономических затрат на оборудование и продление срока службы мембраны.

5.5.6.7. Модульная система биполярного мембранного электролизера

Описание

Биполярный мембранный электролизер – модульная система, обладающая рядом преимуществ, как, например, небольшие инвестиционные расходы, низкое энергопотребление и длительный срок службы. Единичные элементы подвешены в раме и прижимаются друг к другу зажимным приспособлением, тем самым, образуя "батарею биполярных элементов". На эту батарею пружинящие зажимные болты оказывают небольшое давление, чтобы создавать оптимальный электрический контакт между элементами. В отличие от обычных электролизеров электролизер Uhde не нуждается в прижимных устройствах или стяжках для уплотнения электролизера. Каждый элемент уплотнен отдельно, что повышает надежность его работы.

Техническое описание

Все единичные элементы присоединены к входным и выходным коллекторам, расположенным под электролизером, с помощью гибких шлангов из ПТФЭ. Входные шланги с меньшим поперечным сечением обеспечивают равномерную подачу электролита в камеры, а выходные шланги с большим поперечным сечением из ячейки выводят хлор-газ с анолитом, а также водородный газ с католитом. Эта система безотказных соединений позволяет по прозрачным шлангам контролировать работу каждой отдельной ячейки, наблюдая за цветом и непрерывностью потока продуктов. До 210 единичных элементов могут образовать такую батарею, несколько последовательно соединенных батарей - мембранный электролизер.

Достигнутые экологические выгоды

Обеспечение высокой степени безопасности мембранного электролиза со снижением риска аварийных выбросов газов.

Экологические показатели и эксплуатационные данные

Благодаря внедрению нового полноразмерного упругого элемента в проверенную одноэлементную конструкцию положительные достижения прошлого были расширены посредством преимуществ новейших разработок. Сочетание конструкции с нулевым зазором с одноэлементной концепцией создает уникальную технологию, предлагающую три преимущества, такие как сокращение потребления энергии.

Значительная экономия энергии – увеличение используемой площади мембраны в сочетании с конструкцией с нулевым зазором по всей активной площади мембраны значительно сокращает потребление энергии. Данный положительный эффект подкрепляется более равномерным распределением тока на мембрану и улучшенным выбросом пузырьков газа, что сокращает застой газа внутри одной ячейки.

100 % герметичность в течение всего срока службы – одноэлементная конструкция с ее уникальным уплотнением и системой шлангов обеспечивает полностью

герметичную электролитическую ячейку вплоть до давления 4,7 бар изб. С помощью момента кручения, применяемого к гайкам и болтам фланцевой системы, герметичность может быть гарантирована в течение всего срока службы.

Благодаря их прочной конструкции и высокой герметичности ячейки могут работать при избыточном давлении до 300 мбар. Отсутствует необходимость установить воздуходувки для Cl_2 и H_2 , потому что воздух не засасывается в трубопроводы для Cl_2 и H_2 .

Любая установка, на которой хлор используется в газообразном или жидком виде, должна работать в соответствии со строгими законодательными нормами по охране окружающей среды. Для этого ключевую роль играет обесхлоривание отходящих газов, а усовершенствованный агрегат рассчитан так, чтобы выбросы хлора в атмосферу были полностью исключены.

Продление срока службы мембраны. При использовании мембран в оптимальном диапазоне контактного давления отсутствие зазора на всей активной поверхности гарантировано, и срок службы мембран может быть увеличен. Применяемая сила контактного давления между элементами в пределах одного пакета плавно передается с минимальным трением, так как новые вальцы в верхней части фланцевой системы являются определяющим фактором усилия пружины упругих элементов.

Таким образом, новая конструкция позволяет прямо регулировать контактное давление на мембраны, независимо от силы, отвечающей за герметичность одной ячейки.

Данное НДТ может снизить энергопотребление при плотности тока 6 кА/м^2 до $2035 \text{ вКт} \cdot \text{ч/т}$.

Кросс-медиа эффекты

Отсутствуют.

Технические соображения, касающиеся применимости

Применимо в электролизе с использованием ионообменных мембран.

Экономика

Сокращение затрат на энергию и эксплуатационные расходы.

Движущая сила внедрения

Снижение экономических затрат на оборудование и продление срока службы мембраны.

5.5.6.8. НДТ, направленная на очистку рассола от сульфата

Описание

Для поддержания постоянного уровня сульфата в рассоле традиционный подход заключается либо в химической очистке и осаждении сульфата, либо в выводе

сульфата вместе с определенным количеством рассола. Однако с экономической и экологической точки зрения ни захоронение сульфатосодержащего шлама, ни вывод рассола не являются удовлетворительными решениями.

Техническое описание

При использовании технологии UhdeSulfTech™ рассол не выводится или подвергается химической очистке, но сульфат удаляется физическим способом. Потом он в ходе химической обработки превращается в гипс, который можно реализовать как товарный продукт в строительной отрасли.

Достигнутые экологические выгоды

Отходы гипса могут быть использованы в строительной индустрии.

Экологические показатели и эксплуатационные данные

Позволяют заменить захоронение сульфатосодержащего шлама и вывод рассола превращением его в гипс.

Кросс-медиа эффекты

Использование гипса в строительной индустрии предпочтительнее захоронения в твердом виде.

Технические соображения, касающиеся применимости

Применение в производствах, где образуются сульфатосодержащие шламы.

Экономика

Сульфатсодержащие примеси снижают технологические показатели конечного продукта. Реализация гипса в строительной индустрии экономически эффективна.

Движущая сила внедрения

Дополнительная прибыль за счет реализации гипса.

5.5.6.9. Замкнутый цикл охлаждающей и захлажденной воды

Описание

Захлажденная вода образуется в холодильнике установки захлажденной воды. Охлаждается за счет испарения хладагента. Обратная оборотная вода охлаждается холодным воздухом в верхней части градирен. Необходимо контролировать их качественные характеристики, такие как pH, содержание отложений солей гидрокарбонатов и соединений кальция, биологических веществ, а также постоянной удельной проводимости воды.

Техническое описание

Пары хладагента отсасываются холодильным компрессором, после компрессора пары хладагента сжижаются в конденсаторе с использованием оборотной охлаждающей воды, далее сконденсированный хладагент направляется обратно в холодильник установки захлажденной воды. Из холодильника захлажденная вода поступает в емкость захлажденной воды, откуда насосом захлажденной воды подается

имеющимся на производстве потребителям захоложенной воды. На подпитку системы захоложенной воды в емкость подается деминерализованная вода от распределительного коллектора.

Установка получения оборотной охлаждающей воды состоит из двух вентиляторных градирен. Градирня состоит из серии независимых секций, строительные конструкции градирни выполнены из железобетона.

Обратная оборотная вода, поступающая из производства, равномерно распределяется по всей охлаждающей поверхности с помощью распределительной системы. Охлаждающий воздух всасывается вентиляторами, установленными в верхней части градирен. Охлажденная вода собирается в чаше градирни, из нее насосами прямой оборотной охлаждающей воды подается в производство потребителям.

Предусмотрена химическая обработка оборотной охлаждающей воды, включающая :

поддержание значений рН и проводимости в области максимальной эффективности действия антикоррозионных агентов и ингибиторов образования отложений;

предотвращение образования отложений за счет добавления химикатов, абсорбирующих гидрокарбонаты и соединения кальция, не содержащие углерод;

введение специального химиката, предотвращающего процесс образования биологических веществ, которые могут стать причиной закупорки или загрязнения.

Предусмотрена автоматическая продувка системы оборотной воды в целях поддержания постоянной удельной проводимости воды.

Использование комбинации вышеперечисленных методов, допускает сокращение объема сбрасываемых сточных вод до 0,5 - 1 м³/тонн полученного хлора.

Замкнутый цикл охлаждающей и захоложенной воды позволяет экономить водные ресурсы от 50 до 100 кг воды (в зависимости от интенсивности охлаждения) на тонну произведенного хлора. Корректировка водородного показателя (рН) сводит к минимуму содержание в стоках свободного (активного) хлора. Снижается концентрация вредных веществ в промышленные сточные воды.

Достигнутые экологические выгоды

Замкнутый цикл охлаждающей и захоложенной воды позволяет экономить водные ресурсы.

Экологические показатели и эксплуатационные данные

Снижается концентрация вредных веществ в промышленные сточные воды.

Кросс-медиа эффекты

Отсутствуют.

Технические соображения, касающиеся применимости

Применимо во всех производствах для охлаждения воды.

Экономика

Снижение расходов на водопотребление.

Движущая сила внедрения

Снижение экономических расходов.

5.5.6.10. Возврат анолита после обработки на стадию приготовления рассола

Описание

Анолит, содержащий хлорид натрия, после электролиза поступает в секцию дехлорирования, а затем возвращается на стадию приготовления рассола для повторного использования.

Техническое описание

Чистый рассол поступает в анодное пространство, где на аноде образуется хлор. Анодное и катодное пространства разделяются мембраной, которая позволяет диффундировать в катодное пространство только ионам Na^+ и определенному количеству воды. Рассол, покидающий ячейку (анолит), содержит в среднем 220 г/л NaCl . Двухфазная смесь хлора и анолита поступает через переливную трубу в коллектор анолита, где основная часть газообразного хлора отделяется от анолита. Анолит поступает в емкость анолита, а оттуда перекачивается в секцию дехлорирования, затем возвращается на стадию приготовления рассола для повторного использования.

Достигнутые экологические выгоды

Анолит после обеднения в электролизере возвращается на стадию подготовки рассола и предотвращаются выбросы в сточные воды.

Экологические показатели и эксплуатационные данные

Рассол, покидающий ячейку (анолит), содержит в среднем 220 г/л NaCl , что обеспечивает обогащение исходного природного сырья.

Кросс-медиа эффекты

Отсутствуют.

Технические соображения, касающиеся применимости

Применимо в электрохимических производствах с регенерацией электролита.

Экономика

Снижение затрат на очистку промышленных сточных вод.

Движущая сила внедрения

Экономические и экологические выгоды.

5.5.6.11. Замкнутый цикл серной кислоты, используемой при осушке хлора, который включает в себя установку концентрирования кислоты

Описание

Серная кислота используется многократно для осушки хлора и концентрирования соляной кислоты, далее возвращается в голову процесса для повторного использования

Техническое описание

Кислота циркулирует через насадочную секцию с помощью насоса циркуляции разбавленной H_2SO_4 . Выделяющаяся в процессе сушки теплота разбавления кислоты отводится в холодильник разбавленной H_2SO_4 , поддерживающем температуру кислоты равной $15\text{ }^\circ\text{C}$. Избыток кислоты, образующийся за счет абсорбции воды и добавления свежей кислоты, переливается из нижней части колонны осушки в емкость разбавленной H_2SO_4 . Разбавленная кислота затем подается в колонну дехлорирования H_2SO_4 , где растворенный хлор отдувается воздухом. Воздух, содержащий хлор, поступает в систему очистки газовых выбросов.

Дехлорированная разбавленная кислота периодически откачивается с помощью насоса разбавленной H_2SO_4 в складскую емкость разбавленной H_2SO_4 , откуда она дозировочным насосом подается на установку концентрирования H_2SO_4 . Кислота после установки концентрирования, содержащая $96,0\%$ H_2SO_4 , возвращается в емкость хранения концентрированной H_2SO_4 , а затем насосом подачи свежей кислоты подается в компрессор хлора и насосом подачи свежей серной кислоты подается в холодильник концентрированной серной кислоты.

Предусматривается возможность подачи разбавленной серной кислоты на заполнение в ж/д цистерны с помощью устройства налива серной кислоты в том случае, если установка концентрирования серной кислоты не работает.

Концентрирование серной кислоты позволяет сократить расход серной кислоты до $0,1$ тонны на тонну хлора. Замкнутый цикл серной кислоты, используемой при осушке хлора, исключает попадание серной кислоты в сточные воды.

Достигнутые экологические выгоды

Повторное использование серной кислоты обеспечивает избежание сбросов кислоты в сточные воды.

Экологические показатели и эксплуатационные данные

Многократное использование серной кислоты снижает необходимость использования свежей серной кислоты.

Кросс-медиа эффекты

Отсутствуют.

Технические соображения, касающиеся применимости

Применимо в производствах, где используется серная кислота в качестве осушителя

Экономика

Снижение финансовых затрат на сырьевые ресурсы.

Движущая сила внедрения

Экономические и экологические выгоды.

5.5.7. Мониторинг выбросов в атмосферный воздух

Перечни контролируемых параметров и веществ на предприятиях по производству хлора и каустической соды в Республике Казахстан представлены в таблице 5.29.

Таблица .. Рекомендации по проведению мониторинга выбросов в атмосферный воздух

№ п/п	Наименование	Параметр, наименование ЗВ	Периодичность контроля
1	2	3	4
1	Производство хлора и каустической соды	Хлор (Cl)	Непрерывно

* непрерывный мониторинг предполагает постоянное измерение и проводится посредством автоматизированной системы мониторинга на организованных источниках согласно требованиям действующего законодательства. В случаях, предусмотренных законодательством, допускается проведение периодического мониторинга - в соответствии с программой ПЭК, но не реже 1 раза в месяц.

5.5.8. Мониторинг сбросов в водные объекты

Перечни контролируемых веществ при проведении мониторинга состояния систем водопотребления и водоотведения на предприятиях по производству хлора и каустической соды в Республике Казахстан представлены в таблице 5.30.

Таблица .. Перечень контролируемых веществ при проведении мониторинга состояния систем водопотребления и водоотведения на предприятиях по производству хлора и каустической соды в Республике Казахстан

№ п/п	Наименование	Параметр, наименование ЗВ	Периодичность контроля
1	2	3	4
		Аммоний солевой	
		Нитраты	
		Нитриты	
		Сульфаты	
		Хлориды	
		Ртуть	
		Фтор	
		Хром	
		Цинк	
		БПК5	
		Медь	

1	Производство хлора и каустической соды	Нефтепродукты	Ежеквартально
		Марганец	
		Сухой остаток	
		Кальций	
		Магний	
		Гидрокарбонаты	
		Натрий+Калий	
		Фосфаты (по PO ₄)	
		Анионные и неионогенные поверхностно-активные вещества (СПАВ)	
		Железо общее	
		Взвешенные вещества	

5.5.9. Мониторинг состояния почвенного покрова

Перечни контролируемых веществ при проведении мониторинга состояния почвенного покрова на предприятиях по производству хлора и каустической соды в Республике Казахстан представлены в таблице 5.31.

Таблица .. Перечень контролируемых веществ при проведении мониторинга состояния почвенного покрова на предприятиях по производству хлора и каустической соды в Республике Казахстан

№ п/п	Наименование	Параметр, наименование ЗВ
1	2	3
1	Производство хлора и каустической соды	Ртуть
		Азот амонийный
		Нитраты
		Нефтепродукты
		Хлориды
		Медь
		Свинец
		Никель
		Магний
		Железо
		Ванадий
		Кобальт
		Хром

5.6. Производство хромовых соединений

5.6.1. Техники для предотвращения выбросов в атмосферный воздух

Очистка отходящих газов за счет использования осветленных растворов из баков орошения

Описание

В производстве оксида хрома пигментного- 1 и оксида хрома пигментного- 2, содержащие пыль спека, НДТ предполагает "мокрую" систему очистки отходящих газов за счет использования осветленных растворов из баков орошения.

Техническое описание

Отходящие газы в производстве хромовых соединений направляются в скурббер, трубу Вентури. Уловленные загрязняющие вещества возвращаются в технологический процесс.

Достигнутые экологические выгоды

Снижение экологической нагрузки благодаря снижению выбросов пыли и газа по SiO_2 <20 % до 1,4 кг на 1 тонны оксида хрома пигментного- 1, и до 3,5 кг на 1 тонны оксида хрома пигментного- 2.

Экологические показатели и эксплуатационные данные

Снижение эмиссий выбросов загрязняющих веществ.

Кросс-медиа эффекты

Отсутствуют.

Технические соображения, касающиеся применимости

Применимо в производствах, где образуются пылегазовые отходы.

Экономика

Снижение выплат на экологические штрафы и утилизацию серосодержащих газов.

Движущая сила внедрения

Снижение экологической нагрузки.

5.6.2. Снижение потребления энергии (энергетическая эффективность)

Фактические удельные показатели потребления энергоресурсов при производстве хромовых соединений соответствуют нормативным регламентным значениям. Однако по ряду подпроцессов технологической схемы в качестве частных НДТ рекомендуется проводить мероприятия, представленные в таблице 5.32.

Таблица .. Техники, направленные на повышение энергоэффективности, оптимизацию и сокращение ресурсопотребления при производстве соединений хрома

№ п/п	Наименование НДТ	Основание
1	2	3
1	Установка частотных регуляторов приводов электродвигателей насосов	Снижение расхода электроэнергии на собственные нужды
2	Внедрение частотных регуляторов (дробилки, мешалки, вентиляторы, барабаны, конвейеры)	Снижение расхода электроэнергии на собственные нужды
3	Реконструкция теплообменных аппаратов	Повышение эффективности

4	Оборудование для плавного пуска барабанов	Снижение расхода электроэнергии на собственные нужды
5	Использование современных топочно-горелочных устройств с современной системой КИПиА, обеспечивающих постоянный температурный контроль процесса сушки, полноты сжигания топлива и минимизацию образования оксидов азота	Снижение потребления топлива, снижение выбросов вредных веществ
6	Установка современных перемешивающих устройств	Снижение потребления электроэнергии путем оптимизации конструкции мешалки
7	Утилизация тепла прокалочных печей	Производство собственного тепла, возможно производство собственной электроэнергии

Описание

Системы, оборудование, позволяющие снизить расход электроэнергии, тепла на собственные нужды, осуществлять собственное производство электроэнергии на базе когенерационной установки, повысить энергоэффективность производства, снизить выбросы вредных веществ в атмосферу.

Техническое описание

Возможность решения экологических проблем за счет повышения энергоэффективности производства.

1. Установка частотных регуляторов приводов электродвигателей насосов. При регулировании производительности насоса изменением частоты вращения обеспечивается перемещение рабочей точки насоса по кривой характеристике трубопровода, а не насоса, как в случае с дросселированием. При этом избыточные напоры отсутствуют и обеспечивается минимальное энергопотребление. Регулирование частоты вращения насосов в насосной установке дает возможность оптимально распределить нагрузки между насосами, выровнять их КПД и удерживать в зоне оптимальных КПД их рабочие точки, снизив затраты энергии к минимальным значениям.

2. Внедрение частотных регуляторов для приводов технологических механизмов. Технологические режимы многих производственных механизмов на разных этапах работы требуют движения рабочего органа с различной скоростью, что обеспечивается либо механическим путем, либо путем электрического регулирования скорости электропривода. При этом требования к диапазону и точности регулирования скорости могут изменяться в широчайших пределах в зависимости от области применения электропривода. Применение регулируемого частотного электропривода позволяет сберегать электроэнергию устранением неоправданных ее затрат, которые имеют место при альтернативных методах регулирования в технологических процессах.

3. Использование современных топочно-горелочных устройств с современной системой КИПиА, обеспечивающих постоянный температурный контроль полноты сжигания топлива. Эффективное сжигание топлива с низким уровнем токсичных выбросов требует применения современных горелочных устройств, обеспечивающих контроль и регулирование избытков воздуха, а также контроль температурных уровней и полноты сгорания.

4. Утилизация тепла прокаточных печей. Одним из направлений повышения энергоэффективности производства является утилизация тепла. Эффективная утилизация тепла в котлах утилизаторах позволяет повысить их паропроизводительность, обеспечить их работу на общий коллектор пара 13 кгс/см² и за счет тепла избыточного количества пара производить электроэнергию на собственные нужды.

5. Реконструкция теплообменных аппаратов. Технологические процессы, происходящие при высоких температурах, связаны с потерями энергии, эти потери определяются температурным уровнем и температурными напорами, влияющими на эффективность теплообмена. Реконструкция теплообменников позволяет повысить эффективность технологического процесса и снизить тепловые потери.

Достигнутые экологические выгоды

Улучшение экологических показателей за счет повышения энергоэффективности технологических процессов и снижения расходов электроэнергии и тепла в процессе производства.

Экологические показатели и эксплуатационные данные

Информация по конкретным производствам отсутствует. По экспертным оценкам в зависимости от режимов работы оборудования применение ЧРП позволяет снизить расход электроэнергии на насосных агрегатах, мешалках конвейерах, мельницах от 20 до 50 %, повысить надежность и срок службы электродвигателей. Точный температурный контроль стадий процесса и утилизации тепла позволит экономить до 15 - 20 % тепла. Внедрение современных топочно-горелочных устройств с современной системой КИПиА позволяет экономить до 1 - 2 % топлива.

Кросс-медиа эффекты

Снижение энергоемкости производства. Повышение уровня культуры производства

Технические соображения, касающиеся применимости

Описанные выше компоненты, как правило, могут быть применены ко всем объектам, входящим в область действия настоящего документа. Объем (например, уровень детализации) и характер внедрения будут связаны с характером, масштабом и сложностью установки, а также ее эффективностью и диапазоном воздействия на окружающую среду, которое она может оказывать.

Экономика

В зависимости от применяемого метода в каждом конкретном случае.

Движущая сила внедрения

Движущими силами для внедрения мероприятий по энергоэффективности являются :

- улучшение экологических показателей;
- повышение энергоэффективности;
- повышение уровня мотивации и вовлечения персонала;

дополнительные возможности для снижения эксплуатационных затрат, производства собственной электроэнергии и улучшения качества продукции.

5.6.3. Мониторинг выбросов в атмосферный воздух

Перечни контролируемых параметров и веществ на предприятиях по производству хромовых соединений в Республике Казахстан представлены в таблице 5.33.

Таблица .. Рекомендации по проведению мониторинга выбросов в атмосферный воздух

№ п/п	Наименование	Параметр, наименование ЗВ	Периодичность контроля *
1	2	3	4
1	Производство хромовых соединений	Пыль неорганическая, содержание двуокиси кремния ниже 20 % (SiO_2 <20 %) Хром (в пересчете на хром (IV) оксид)	Непрерывно

* непрерывный мониторинг предполагает постоянное измерение и проводится посредством автоматизированной системы мониторинга на организованных источниках согласно требованиям действующего законодательства. В случаях, предусмотренных законодательством, допускается проведение периодического мониторинга - в соответствии с программой ПЭК, но не реже 1 раза в месяц.

5.6.4. Мониторинг сбросов в водные объекты

Перечни контролируемых веществ при проведении мониторинга состояния систем водопотребления и водоотведения на предприятиях по производству хромовых соединений в Республике Казахстан представлены в таблице 5.34.

Таблица .. Перечень контролируемых веществ при проведении мониторинга состояния систем водопотребления и водоотведения на предприятиях по производству хромовых соединений в Республике Казахстан

№ п/п	Наименование	Параметр, наименование ЗВ	Периодичность контроля
1	2	3	4
		Хром (6+)	
		Магний	

1	Производство хромовых соединений	Железо общее	Ежеквартально
		Кобальт	
		Марганец	
		Никель	
		Цинк	

* периодичность проведения измерений может изменяться (ежегодно, ежемесячно, ежедневно) в зависимости от характеристик принимающих объектов (естественные экосистемы, искусственные сооружения - пруды-накопители, пруды дополнительного отстаивания сточных вод).

5.6.5. Управление отходами

Возврат шлама монохромата натрия в процесс производства в качестве наполнителя

Описание

Дихромата натрия производится вместе с хроматом натрия в процессе смешивания измельченной хромовой рудой и кальцинированной содой (иногда известь) прокаленными в окислительной атмосфере, выщелоченными слабым хроматным щелоком или водой. Неочищенный хромат натрия, образующийся в результате этих операций, дополнительно нейтрализуется, фильтруется и превращается в дихромат натрия.

Техническое описание

Технологический процесс АЗХС по переработке хромовой руды и получению товарной продукции подпадает под определение "металлургические переделы". Обжиг шихты проводится при высокой температуре (1200 - 300 °С) для протекания окислительно-восстановительных реакций с целью получения в спеке растворимого хромсодержащего продукта – монохромата натрия. Гидрометаллургический процесс проводится в водной среде при температуре до 300 °С, на границе раздела твердой и жидкой фазы находится монохромат натрия, в твердой – шлам монохромата натрия, 76 % (158,3 тысяч тонн шлама монохромата натрия) которого возвращается в производство в качестве наполнителя, 24 % складывается на шламонакопителях. На основе монохромата натрия на заводе выпускается окись хрома металлургическая. Конверсией монохромата натрия получают бихромат натрия для получения хромового ангидрида и сульфат натрия, который является отходом производства в этих процессах и не является товарным продуктом - повторяется в получении триоксида хром.

Достигнутые экологические выгоды

Снижение скопления твердых отходов.

Экологические показатели и эксплуатационные данные

Технология использования шлама вместо традиционно используемого доломита разработана на АЗХС, что позволил в 4 раза сократить отходы при извлечении хрома из

хромовой руды. Используется 76 % всего шлама, образующегося при извлечении хрома из руды. Шлам монохромата натрия, 76 % которого возвращается в производство в качестве наполнителя, 24 % складировается.

Кросс-медиа эффекты

Отсутствуют.

Технические соображения, касающиеся применимости

Применимо в гидрометаллургии и пирометаллургии.

Экономика

Снижение затрат на сырьевые и топливно-энергетические затраты.

Движущая сила внедрения

Снижение экологической нагрузки.

6. Заключение, содержащее выводы по наилучшим доступным техникам

6.1. Общие положения

Техники, перечисленные и описанные в настоящем разделе, не являются исчерпывающими. Могут использоваться другие техники, обеспечивающие достижение уровней эмиссий и технологических показателей, связанных с применением НДТ, при нормальных условиях эксплуатации объекта с применением одной или нескольких НДТ, описанных в заключении по НДТ.

В настоящем заключении по НДТ:

технологические показатели по выбросам в атмосферу выражаются как масса выбросов на объем отходящего газа при стандартных условиях (273,15 К, 101,3 кПа) за вычетом содержания водяного пара, выраженная в мг/Нм³;

технологические показатели по сбросам в водные объекты выражаются как масса сброса на объем сточных вод, выраженная в мг/л.

6.1.1. Система экологического менеджмента

Для того, чтобы улучшить общие экологические показатели заводов или установок по производству продукции неорганической химии, необходимо внедрение и использование системы экологического менеджмента (СЭМ), которая включает все перечисленные ниже характеристики:

ответственность и обязательства высшего руководства;

принятие высшим руководством экологической политики, которая включает требование постоянного улучшения (экологической результативности) установки; планирование и внедрение необходимых процедур, целей и задач, а также финансовое планирование, и инвестиций;

внедрение процедур, уделяя особое внимание:

структуре и ответственности;

найму, обучению, осведомленности и компетентности (персонала);

коммуникации;
вовлечению в процесс развития СЭМ всех сотрудников;
документации;
эффективному контролю процессов;
программам планового регулярного технического обслуживания;
готовности к нештатным ситуациям, авариям и реагированию;
гарантии обязательного соблюдения требований природоохранного законодательства;
проверка и корректирующие действия с особым вниманием к таким позициям, как: мониторинг и измерения (см. также справочное руководство по общим принципам мониторинга);
корректирующие и предупреждающие действия;
ведение записей;
независимый (где осуществимо) внутренний аудит, чтобы определить, соответствует ли СЭМ заложенным изначально принципам, должным ли образом она внедрена и функционирует;
регулярный анализ и пересмотр СЭМ высшим руководством на предмет ее пригодности, адекватности и действенности;
наблюдение за развитием более чистых технологий;
учет воздействия последующего вывода сооружений из эксплуатации на окружающую среду на этапе проектирования новой установки и в течение всего срока эксплуатации, в том числе: (а) избегать подземных конструкций, (b) включить средства, облегчающие демонтаж, (с) выбирать отделочные поверхности, которые легко дезинфицировать, (d) конфигурировать оборудование таким образом, чтобы задерживалось как можно меньше химических веществ и было легко его осушить или почистить, (е) проектировать гибкое, самодостаточное оборудование, создающее возможности для постепенного закрытия, (f) по возможности использовать вещества, поддающиеся биологическому разложению и пригодные для вторичной переработки; (ix) регулярное проведение сопоставительного анализа на уровне сектора;
регулярное проведение сопоставительного анализа на уровне сектора.

Область (например, уровень детализации) и характер СЭМ (например, сертифицированная или не сертифицированная), как правило, связаны с характером, масштабом и сложностью производства, а также возможным масштабом экологического воздействия.

6.2. НДТ, направленные на снижение эмиссий в атмосферный воздух

6.2.1. Производство фосфорных соединений

НДТ 1. Утилизация печного газа (СУПГ) на зажигательных горнах агломашины

Описание: на различных стадиях технологических процессов при производстве фосфорных соединений образуется газовая смесь, состоящая из печного газа, обогащенного СО, соединениями фосфора и пылью.

Печной газ по системе газопроводов направляется на системы очистки, в которых освобождается от примесей и загрязняющих веществ и далее используется как топливный газ, используемый в зажигательных горнах агломашины, процессах сушки сырьевых материалов и других аналогичных процессах.

Применение: применимо в фосфорной промышленности.

Экологическая эффективность: Сокращение эмиссий за счет утилизации угарного газа в качестве теплотворного горючего компонента.

Энергоэффективность: сокращение потребления природного газа в качестве топлива посредством замены его на печной газ, образуемый в результате технологических процессов на предприятии.

НДТ 2. НДТ, направленная на повышение безопасности продукции

Описание: внедрение новых инновационных технологий по подготовительным процессам, а также расширение ассортимента выпускаемой продукции, востребованным рынком, являются перспективными. В этой связи наряду с выпуском высокоактивного желтого фосфора большую перспективу имеет разработка технологии получения красного фосфора.

Красный фосфор – это более стабильная модификация элементарного фосфора. Красный фосфор имеет формулу P_n и представляет собой полимер со сложной структурой. Красный фосфор на воздухе не самовоспламеняется, вплоть до температуры 240 – 250 °С. Ядовитость его в тысячи раз меньше, чем у желтого, поэтому красный фосфор является основной модификацией, потребляемой промышленностью. Он применяется в производстве спичек, зажигательных составов, различных типов топлива, а также противозадирных смазочных материалов, в качестве газопоглотителя в производстве ламп накаливания.

Применение: применимо на предприятиях производства желтого фосфора.

Экологическая эффективность: новая продукция имеет безопасные и экологически безвредные характеристики. Транспортировка, хранение, обращение и использование при эксплуатации красного фосфора не требуют дополнительных мер защиты и техники безопасности в отличие от желтого фосфора. Возможности снижения пожаро- и взрывоопасности при хранении и эксплуатации.

6.2.2. Производство серной кислоты

НДТ 3. НДТ, направленная на снижение эмиссий и повышение степени превращения диоксида серы в схеме "Двойное контактирование - двойная абсорбция"

Описание: печной газ охлаждается в испарительной части котла-утилизатора до температуры 400 - 420 °С, что соответствует температуре зажигания катализатора

окисления диоксида серы, и поэтому сразу отправляется на 1 слой катализатора контактного аппарата. Реакционный газ со степенью превращения 90 - 95 % после 3 слоя катализатора направляют в промежуточный абсорбер для поглощения SO_3 , в результате чего соотношение $\text{O}_2:\text{SO}_2$ в газе существенно повышается, и равновесие реакции смещается вправо. Охлажденный в абсорбере газ нагревают в теплообменнике и возвращают на последний слой катализатора, где достигается суммарная степень превращения 99,7 - 99,9 %. Газ с содержанием до 1 % оксида серы (VI) и 0,04 % об. диоксида серы охлаждается в пароперегревателе первой ступени от 425 - 430 до 135 - 145 °С и отправляется на абсорбцию в конечный моногидратный абсорбер. Насыщенный пар нагревается с 250 - 260 до 295 - 305 °С и передается в пароперегреватель 2 ступени.

Применение: применимо в производствах серной кислоты.

Экологическая эффективность: Достижение степени конверсии диоксида серы до 99,7 % и выше, снижение выбросов в атмосферу вредных веществ SO_2 и H_2SO_4 , отсутствие необходимости хвостовой очистки отходящих газов.

6.2.3. Производство ЭФК

НДТ 4. НДТ, направленная на снижение выбросов фтористых газов при интенсивном дигидратном режиме разложения низкосортного фосфатного сырья

Описание: Фосфатное сырье смачивается раствором разбавления в скоростном смесителе, образуемая суспензия стекает в реактор разложения, где происходит разложение серной кислотой концентрации не менее 92,5 %. Для обеспечения оптимальных условий разложения фосфатного сырья, снижения локальных пересыщений по сульфату кальция и кристаллизации легко фильтрующихся кристаллов гипса предусматривается организация в экстракторе двухзонного сульфатного режима с распределенным вводом серной кислоты. В реактор разложения серная кислота подается в две точки примерно равными потоками, в реактор дозревания в одну точку. Интенсивный гидродинамический режим в реакторе разложения обеспечивается за счет использования высокопроизводительного циркулятора пульпы и шести двухъярусных перемешивающих устройств пропеллерного типа, что позволяет создать мощный циркуляционный поток во всем объеме реактора разложения, что приближает его работу по гидродинамическому режиму к реактору идеального смешения. Полученная в процессе разложения суспензия сульфата кальция в фосфорной кислоте разделяется на ленточных вакуум-фильтрах с противоточной водной промывкой кека фосфогипса с получением продукционной ЭФК.

Новый дигидратный режим экстракции при температуре 85 - 95 °С позволяет получать кислоту более высокой концентрации 25 - 29 % P_2O_5 из низкосортного и рядового фосфатного сырья (по сравнению 20 - 22 % в обычном дигидратном режиме). Улавливание фтористых соединений из отходящих газов производится известковым

раствором. Система абсорбционной очистки фтористых газов из реакторов разложения и дозревания включает полый абсорбер и трехступенчатый абсорбер пенный скоростной (АПС), который обеспечивает более высокую степень очистки отходящих газов.

Применение: применимо в производствах ЭФК и аммофоса на основе низкосортного фосфатного сырья.

Экологическая эффективность: сокращение выбросов фтористых газов за счет замены в абсорбционном отделении скрубберов Вентури на более эффективные пенные скоростные абсорберы АПС. Снижение выброса фтористых соединений. Вовлечение в производство низкосортного фосфатного сырья (бедных фосфоритов) с получением кислоты высокой концентрации.

6.2.4. Производство аммофоса

НДТ 5. НДТ, направленная на сокращение потерь аммиака при двухступенчатой аммонизации фосфорной кислоты с установкой на второй ступени трубчатого реактора

Описание: из сатураторов первой ступени кислая аммонизированная пульпа (рН=2,6) самотеком поступает по желобу в выпарные аппараты. Упаренная аммонизированная пульпа из выпарных аппаратов насосами подается в трубчатые реакторы, в которые подводится жидкий аммиак с давлением не менее 0,60 МПа для доаммонизации. Трубчатый реактор является аппаратом, обеспечивающим скоростное смешение и взаимодействие реагентов в смесительной камере с образованием полупродукта для получения минеральных удобрений. Жидкий аммиак вводится коаксиально через торцевую крышку реактора, "кислая" пульпа вводится тангенциально по отношению к камере смешения. Тангенциальный ввод обеспечивает закручивание аммонизированной пульпы вокруг перфорированного аммиачного патрубка, что обеспечивает равномерную объемную реакцию.

Образующаяся пульпа фосфатов аммония не налипает на внутренней поверхности распределителя, а отдувается от него струями аммиака. Образовавшаяся пульпа через сопло удаляется из реактора. В данной конструкции перемешивание происходит по всему объему реактора. После трубчатых смесителей пульпа посредством распылительных форсунок подается в аппараты БГС. Отходящие газы очищаются в двухступенчатом пенном скоростном абсорбере (АПС) от аммиака, фтора и пыли аммофоса.

Применение: применимо в производстве аммофоса на слабой экстракционной фосфорной кислоте.

Экологическая эффективность: высокая интенсивность аммонизации в трубчатом реакторе и высокая степень аммонизации обеспечивают сокращение потерь аммиака в газовую фазу до 1,22 мг/м³.

Таблица .. Технологические показатели, связанные с применением НДТ

--	--	--	--

№ п/п	Источник выбросов	Загрязняющее вещество	Среднесуточное значение или среднее значение в период отбора проб, мг/Нм ³
1	2	3	4
1	Трубчатый реактор	NH ₃	1,22

6.2.5. Производство ТКФ

НДТ 6. Двухступенчатая очистка отходящих газов от пыли и фтороводорода

Описание: отработанный транспортирующий воздух, отработанные в котле-утилизаторе газы, запыленные отходящие газы из сушильных барабанов и шаровых мельниц очищаются от пыли в инерционно-вихревых пылеуловителях - аппаратах ИВПУ. Уловленная пыль собирается в бункере, по мере накопления она отгружается в железнодорожные цистерны и передается в производство ЭФК. Очищенный фторсодержащий газ, выходящий из ИВПУ, подается на мокрую известковую и санитарную очистку в системе абсорберов.

Раствор известкового молока с массовой долей Ca(OH)₂ не менее 12 % и pH не менее 10 поступает из отделения нейтрализации цеха аммофоса в сгуститель, откуда погружным электронасосным агрегатом подается в циркуляционные баки. Из баков раствор известкового молока подается на орошение двух цилиндрических аппаратов АПН – абсорберов с плавающей насадкой на форсунки грубого распыла, над которыми расположен каплеуловитель. Фторсодержащие газы после ИВПУ вентилятором подаются в нижнюю часть аппарата АПН; газы поднимаются по колонне, контактируя с абсорбционной жидкостью, которая поглощает фторид-ионы. Процесс абсорбции организован в противоточном режиме, за счет которого обеспечиваются максимальное контактирование газовой и жидкой фаз и более полное улавливание фтора из отходящих газов. На форсунки санитарной башни известковое молоко также подается из циркуляционного бака. Отработанный известковый раствор, содержащий фторид кальция, из санитарной башни поступает обратно в бак. Очищенные газы, выходящие из верхней части санитарного абсорбера, через выхлопную трубу выбрасываются в атмосферу.

Применение: применимо в производствах кормовых обесфторенных фосфатов из фосфоритов.

Экологическая эффективность: замена сухих электрофильтров на инерционно-вихревые пылеуловители для очистки от пыли отходящих газов позволила снизить затраты на очистку отходящих газов и обеспечить степень очистки газов, сопоставимую с другими методами очистки. Сокращение выбросов фтористых газов за счет замены абсорбционного карбонатно-аммиачного раствора на известковое молоко с применением эффективного аппарата АПН.

Таблица .. Технологические показатели, связанные с применением НДТ

--	--	--	--	--

№ п/п	Техническое решение	Ед. изм.	Загрязняющее вещество	Н Д Т (среднесуточная величина или среднее значение за период отбора проб, точечные измерения каждые 30 мин)
1	2	3	4	5
1	Инерционно-вихревой пылеуловитель, абсорбер с плавающей насадкой	мг/м ³	Пыль	< 10

6.2.6. Производство аммиака

НДТ 7. НДТ, направленная на повышение безопасности производственного процесса Внедрение модернизированной корзины S- 200 в колонну синтеза аммиака с целью повышения безопасности производственного процесса

Описание: внедрение модернизированной корзины S- 200 в колонну синтеза аммиака многополочной конструкции колонны с радиальным ходом газа позволяет улучшить конверсию на каждом проходе. Корзина S- 200 является двухполочной колонной с непрямым охлаждением между полками с катализатором. Колонна имеет встроенный теплообменник вход-выход под второй полкой, что позволяет использовать тепло реакции для подогрева питательной котловой воды на выходе колонны. Реконструкция колонны синтеза аммиака посредством внедрения модернизированной корзины S- 200 позволит увеличить срок использования катализаторов, имеет гибкость технологических параметров, позволит увеличить срок службы оборудования, снизить риски аварийных ситуаций с выбросом аммиака в атмосферу. Помимо этого, данная корзина позволяет увеличить выход аммиака на 50 %

Применение: применимо в производстве метанола, синтез-газа, водорода.

Экологическая эффективность: снижение рисков аварийных ситуаций с выбросом аммиака в атмосферу.

6.2.7. Производство хлора и каустической соды

НДТ 8. НДТ, направленная на обеспечение герметичности и прочности электролизной ячейки в ходе эксплуатации

Описание: элемент с единичной ячейкой с анодной камерой изготовлен полностью из титана, а катодная – из никеля. В уплотнительную систему входят уплотнение рамы из модифицированной ПТФЭ (Ф- 4/TFM) и уплотнительные шнуры "Гортекс". Стальные наружные фланцы с электроизолированными болтами и пружинными прокладками обеспечивают герметичность в ходе всего срока службы.

Большое влияние на эксплуатационные расходы установки по производству хлора и каустика оказывает срок ее непрерывной работы, который в значительной мере зависит

от надежности материалов и прочности конструкции ячейки. Это особенно важно в случае мембранного электролиза, где довольно чувствительная мембрана играет центральную роль

Применение: применимо в агрессивных средах.

Технологическая эффективность: повышение эксплуатационной надежности оборудования, снижение риска аварийных выбросов при коррозии оборудования и повышения срока службы агрегатов металлоконструкции до 20 лет с обеспечением 100 % герметичности электролитической ячейки.

6.2.8. Производство хромовых соединений

НДТ 9. НДТ, направленные на снижение пыли в отходящих газах

Электростатические фильтры

Описание: принцип работы электростатического фильтра заключается в улавливании частиц, в потоке поступающего отработанного газа посредством электрической силы на пластины коллектора. Уловленные частицы получают электрический заряд, когда они проходят через корону, где протекает поток газообразных ионов. Electroды в центре проточной полосы поддерживаются при высоком напряжении и создают электрическое поле, которое заставляет частицы двигаться к стенкам коллектора. При этом необходимо поддержание напряжения постоянного тока в диапазоне 20 – 100 кВт. Электрофильтры ионной абразивной обработки обычно работают в диапазоне 100 – 150 кВт для обеспечения высокой эффективности сепарации. Эффективность удаления частиц пыли обычно составляет от 97 % до более чем 99 %.

Таблица .. Технологические показатели, связанные с применением НДТ

№ п/п	Техническое решение	Ед. изм.	Загрязняющее вещество	Н Д Т (среднесуточная величина или среднее значение за период отбора проб, точечные измерения каждые 30 мин)
1	2	3	4	5
1	Электрофильтры	мг/Нм ³	Пыль неорганическая SiO ₂ <20 %	50
			Хром (в пересчете на хром (VI) оксид)	0,32

Применение: применимо в производстве хромовых соединений.

Технологическая эффективность: производительность по улавливанию твердых частиц (с минимальным размером <1 мкм) от 99 % до более чем 99,99 % в диапазоне от 0,01 до >100 мкм.

6.3. НДТ, направленные на снижение эмиссий в водные объекты

6.3.1. Производство хлора и каустической соды

НДТ 10. Замкнутый цикл охлаждающей и захлажденной воды

Описание: пары хладагента отсасываются холодильным компрессором, после компрессора пары хладагента сжижаются в конденсаторе с использованием оборотной охлаждающей воды, далее сконденсированный хладагент направляется обратно в холодильник установки захлажденной воды. Из холодильника захлажденная вода поступает в емкость захлажденной воды, откуда насосом захлажденной воды подается имеющимся на производстве потребителям захлажденной воды. На подпитку системы захлажденной воды в емкость подается деминерализованная вода от распределительного коллектора.

Установка получения оборотной охлаждающей воды состоит из двух вентиляторных градирен. Градирня состоит из серии независимых секций, строительные конструкции градирни выполнены из железобетона.

Обратная оборотная вода, поступающая из производства, равномерно распределяется по всей охлаждающей поверхности с помощью распределительной системы. Охлаждающий воздух всасывается вентиляторами, установленными в верхней части градирен. Охлажденная вода собирается в чаше градирни. Из нее охлажденная вода насосами прямой оборотной охлаждающей воды подается в производство потребителям.

Предусмотрена химическая обработка оборотной охлаждающей воды, включающая :

поддержание значений рН и проводимости в области максимальной эффективности действия антикоррозионных агентов и ингибиторов образования отложений;

предотвращение образования отложений за счет добавления химикатов, абсорбирующих гидрокарбонаты и соединения кальция, не содержащие углерод;

введение специального химиката, предотвращающего процесс образования биологических веществ, которые могут стать причиной закупорки или загрязнения.

Предусмотрена автоматическая продувка системы оборотной воды в целях поддержания постоянной удельной проводимости воды.

Использование комбинации вышеперечисленных методов допускает сокращение объема сбрасываемых сточных вод. Корректировка водородного показателя (рН) сводит к минимуму содержание в стоках свободного (активного) хлора. Снижается концентрация вредных веществ в промышленные сточные воды.

Применение: применимо во всех производствах для охлаждения воды.

Экологическая эффективность: замкнутый цикл охлаждающей и захлажденной воды позволяет экономить водные ресурсы.

Таблица .. Технологические показатели, связанные с применением НДТ

№ п/п	Процесс	Ед. изм.	Уровни водопотребления в соответствии с НДТ

1	2	3	4
1	Замкнутый цикл охлаждающей и заоложенной воды	м ³ /тонн полученного хлора	0,5 - 1

НДТ 11. Возврат анолита, после обработки на стадию приготовления рассола

Описание: чистый рассол поступает в анодное пространство, где на аноде образуется хлор. Анодное и катодное пространства разделяются мембраной, которая позволяет диффундировать в катодное пространство только ионам Na⁺ и определенному количеству воды. Рассол, покидающий ячейку (анолит), содержит в среднем 220 г/л NaCl. Двухфазная смесь хлора и анолита поступает через переливную трубу в коллектор анолита, где основная часть газообразного хлора отделяется от анолита. Анолит поступает в емкость анолита, а оттуда перекачивается в секцию дехлорирования. Затем возвращается на стадию приготовления рассола для повторного использования.

Применение: применимо в электрохимических производствах с регенерацией электролита.

Экологическая эффективность: анолит после обеднения в электролизере возвращается на стадию подготовки рассола, таким образом исключаются сбросы в сточные воды.

НДТ 12. Замкнутый цикл серной кислоты, используемой при осушке хлора, который включает в себя установку концентрирования кислоты

Описание: кислота циркулирует через насадочную секцию с помощью насоса циркуляции разбавленной H₂SO₄. Выделяющаяся в процессе сушки теплота разбавления кислоты отводится в холодильнике разбавленной H₂SO₄, поддерживающем температуру кислоты, равную 15 °С. Избыток кислоты, образующийся за счет абсорбции воды и добавления свежей кислоты, переливается из нижней части колонны осушки в емкость разбавленной H₂SO₄. Разбавленная кислота затем подается в колонну дехлорирования H₂SO₄, где растворенный хлор отдувается воздухом. Воздух, содержащий хлор, поступает в систему очистки газовых выбросов.

Дехлорированная разбавленная кислота периодически откачивается с помощью насоса разбавленной H₂SO₄ в складскую емкость разбавленной H₂SO₄, откуда она дозировочным насосом подается на установку концентрирования H₂SO₄. Кислота после установки концентрирования, содержащая 96,0 % H₂SO₄, возвращается в емкость хранения концентрированной H₂SO₄, а затем насосом подачи свежей кислоты подается в компрессор хлора и насосом подачи свежей серной кислоты подается в холодильник концентрированной серной кислоты.

Предусматривается возможность подачи разбавленной серной кислоты на заполнение в ж/д цистерны с помощью устройства налива серной кислоты в том случае, если установка концентрирования серной кислоты не работает.

Концентрирование серной кислоты позволяет сократить расход серной кислоты до 0,1 тонны на тонну хлора. Замкнутый цикл серной кислоты, используемой при осушке хлора, исключает попадание серной кислоты в сточные воды.

Применение: применимо в производствах, где используется серная кислота в качестве осушителя.

Экологическая эффективность: повторное использование серной кислоты обеспечивает избежание сбросов кислоты в сточные воды.

6.3.2. Производство хромовых соединений

НДТ 13. Обратное водоснабжение систем очистки отходящих газов за счет осветленных растворов из баков орошения

Описание: отходящие газы в производстве хромовых соединений направляются в скурббер, трубу Вентури. Уловленные загрязняющие вещества возвращаются в технологический процесс.

Применение: применимо в производствах, где образуются пылегазовые отходы.

Экологическая эффективность: снижение экологической нагрузки благодаря сокращению водопотребления.

6.4. НДТ, направленные на снижение нагрузки окружающей среды отходами производства

Чтобы сократить количество отходов, отправляемых на утилизацию после процесса сжигания и/или газификации и применения технологий сокращения выбросов, смысл НДТ – организовать операции таким образом, чтобы в порядке приоритета и с учетом срока службы максимизировать:

(а) предотвращение образования отходов, например, максимальное увеличение доли остатков, образующихся как побочные продукты;

(б) подготовку отходов к повторному использованию, например, в соответствии с конкретными указанными критериями качества;

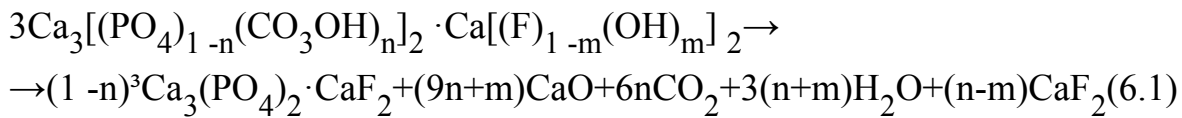
(с) регенерацию воды;

(d) рекуперацию других отходов (например, рекуперацию энергии).

6.4.1. Производство фосфорных соединений

НДТ 14. НДТ, направленная на предотвращение выбросов путем использования котельного молока в технологических процессах

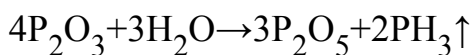
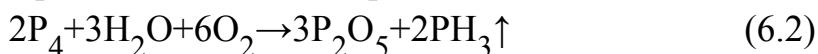
Описание: котельное молоко из приемных емкостей подается в состав аглошихты центробежными насосами с помощью дозирующих устройств. При термообработке фосфатного сырья протекают сложные процессы термической диссоциации фосфатного вещества, включающие дегидратацию и декарбонизацию. В общем виде можно представить следующим уравнением:



где n – доля замещенного углеродом фосфора, m – доля атомов фтора, замещенного гидроксидом.

Подача суспензии котельного молока происходит перед горном, и при прохождении через горн агломашины вследствие высокой температуры, создаваемой горелками агломашины, происходит испарение влаги, содержащейся в котельном молоке, с одновременным полным окислением фосфора и его низших оксидов, составляющих в суспензии P_4 до 2.7 %, P_2O_5 до 1.3 %.

Процесс может быть представлен по схеме:



Фосфорный ангидрид (P_2O_5), проходя через горячий слой агломерата, взаимодействует с твердыми растворами силикатов кальция. В системе $\text{CaO}-\text{SiO}_2-\text{P}_2\text{O}_5$ образуются непрерывный ряд твердых растворов между CaO и SiO_2 и вновь образованным метафосфатом кальция $3\text{CaO} \cdot \text{P}_2\text{O}_5$, а также соединения $5\text{CaO} \cdot \text{P}_2\text{O}_5 \cdot \text{SiO}_2$ и $7\text{CaO} \cdot \text{P}_2\text{O}_5 \cdot 2\text{SiO}_2$.

Присутствие метафосфата кальция способствует упрочнению агломерата за счет его оплавления и блокировки микротрещин.

Переработка твердых остатков котельного молока на фосфорно-калийные удобрения предусматривает использование процесса экстрагирования смесей котельного молока и низкосортной фосфоритной муки разбавленной азотной кислотой для окисления свободного фосфора, и дальнейшее сушка полученной массы в барабанном сушильном грануляторе (БГС) для удаления влаги и грануляции полученной продукции в гранулы диаметром 2 - 4 мм. Из БГС подается в кубель и вывозится на затаривание.

Применение: применимо в фосфорной промышленности.

Экологическая эффективность: при использовании котельного молока в агломерационном процессе достигаются повышение эффективности производства, обогащенного и офлюсованного фосфоритного агломерата за счет использования котельного молока, содержащего до 16 - 18 % P_2O_5 , повышение содержания полезного компонента в фосфоритном агломерате за счет введения котельного молока в качестве добавки. Полная утилизация фосфорсодержащего пылевидного отхода обеспечивается посредством производства новой товарной продукции в виде РК-удобрения.

6.4.2. Производство ЭФК

НДТ 15. Замена карусельных фильтров на ленточные вакуум-фильтры

Описание: для получения крупных, хорошо фильтрующих кристаллов фосфогипса следует поддерживать в реакционном объеме низкое пересыщение, что обеспечивается также поддержанием температуры пульпы в интервале 90 – 95 °С, интенсивной циркуляцией пульпы в объеме реактора и распределением подачи серной кислоты. Полученная в процессе разложения фосфатного сырья суспензия дигидрата сульфата кальция в фосфорной кислоте разделяется на ленточных вакуум-фильтрах с противоточной водной промывкой кека фосфогипса с получением продукционной ЭФК

Ленточный фильтр состоит из двух барабанов, укрепленных на горизонтальной сварной металлической станине, на которых натянута лента. При движении ленты верхняя ее ветвь скользит по столу фильтра. Осевые сквозные отверстия в ленте соединены с отверстиями золотниковой решетки, по которым фильтрат проходит в вакуум-камеру. Фильтровальную ткань крепят на ленте. Зоны фильтрования, промывки и подсушки осадка разграничивают резиновыми или матерчатыми перегородками.

Суспензия поступает на фильтр и по мере движения ленты происходят отделение из нее жидкой фазы и промывка остающегося на ленте осадка. Промытый и подсушенный осадок перемещается к ведущему барабану, где осадок при повороте ленты растрескивается, отделяется от ткани и сбрасывается в транспортирующее устройство. Освобожденную от осадка фильтровальную ткань промывают водой (регенерируют). Промывную воду, содержащую некоторое количество осадка, собирают и удаляют. Высокое качество отмывки фосфогипса от ЭФК достигается за счет организации трехкратной противоточной схемы водной промывки (две кислотные и одна водная). Водная промывка на третьей стадии осуществляется горячей промывной водой.

Применение: применимо в производствах ЭФК.

Экологическая эффективность: при замене карусельного фильтра на ленточный вакуум-фильтр уменьшается расход воды на промывку осадка за счет более высокой производительности фильтра. Получение крупнокристаллического осадка фосфогипса, выделяющегося в высокотемпературном режиме экстракции из слабопересыщенных растворов, обеспечивает высокую скорость фильтрования суспензии. Это обеспечивает повышение технологического выхода P_2O_5 в ЭФК и более высокую степень отмывки фосфогипса от P_2O_5 , т.е. снижает содержание фосфорной кислоты в твердом отходе от 1,6 % до 1,0 % P_2O_5 общ, от 0,6 % до 0,4 % P_2O_5 вод.

6.4.3. Производство хлора и каустической соды

НДТ 16. НДТ, направленная на возобновление соляных залежей и защиту мембран

Описание: обеспечивает подачу высококачественного рассола в мембранные ячейки . Полученный хлор выводится из ячейки вместе с обедненным рассолом.

Очистка рассола является важнейшей стадией установки мембранного электролиза. Эффективная очистка рассола обеспечивает защиту мембран в электролизных ячейках, что сводит к минимуму инвестиции и производственные затраты. С ее методом UhdeBrineTech™ Uhde постоянно совершенствует стадию очистки рассола, которая сочетает отличные эксплуатационные характеристики с более низкими инвестициями. Uhde позволяет на базе определенного качества соли спроектировать системы, точно адаптированные к нуждам заказчика. Для этого имеется возможность испытания на уровнях лаборатории и пилотной установки. Благодаря нашему широкому опыту в области методов осаждения, фильтрации и других способов очистки рассола Uhde является уникальным поставщиком комплектных решений по очистке рассола.

Применение: применимо для очистки других природных рассолов.

Экологическая эффективность: производительность линии очистки и дробления рапы составляет 70 тонн в час или 54 тысяч тонн за сезонный цикл. Полное отсутствие твердых отходов на стадии очистки природного рассола от примесей. Благодаря повышению качества процесса очистки рассола повышается срок эксплуатации мембран до 4 лет.

НДТ 17. Система циркуляции католита в составе мембранных электролизных установок

Описание: састичный поток продукта 32 % NaOH с помощью деминерализованной воды разбавляется до концентрации 30 % и возвращается в мембранные ячейки, как католит. Концентрация остального каустика-продукта может быть повышена, если это необходимо.

Применение: применимо для производства каустической соды мембранным методом электролиза.

Экологическая эффективность: полный возврат отработанного рассола в качестве исходного сырья для получения каустической соды, таким образом исключается необходимость утилизации отработанных растворов.

НДТ 18. НДТ, направленные на очистку рассола от сульфата

Описание: при использовании технологии UhdeSulfTech™ рассол не выводится или подвергается химической очистке, но сульфат удаляется физическим способом. Потом он в ходе химической обработки превращается в гипс, который можно реализовать как товарный продукт в строительной отрасли.

Применение: применение в производствах, где образуются сульфатосодержащие шламы.

Экологическая эффективность: позволяет заменить захоронение сульфатосодержащего шлама и вывод рассола превращением его в гипс, который далее может быть использован в строительной индустрии.

6.4.4. Производство хромовых соединений

НДТ 19. Возврат шлама монохромата натрия в процесс производства в качестве наполнителя

Описание: Технологический процесс АЗХС по переработке хромовой руды и получению товарной продукции подпадает под определение "металлургические переделы". Обжиг шихты проводится при высокой температуре (12000 - 1300 °С) для протекания окислительно-восстановительных реакций с целью получения в спеке растворимого хромсодержащего продукта – монохромата натрия. Гидрометаллургический процесс проводится в водной среде при температуре до 300 °С, на границе раздела твердой и жидкой фазы находится монохромат натрия, в твердой – шлам монохромата натрия, 76 % которого возвращается в производство в качестве наполнителя, 24 % складировается на шламонакопителях. На основе монохромата натрия на заводе выпускается окись хрома металлургическая. Конверсией монохромата натрия получают бихромат натрия для получения хромового ангидрида и сульфат натрия, который является отходом производства в этих процессах и не является товарным продуктам - повторяется в получение триоксида хрома.

Применение: применимо в гидрометаллургии и пирометаллургии.

Экологическая эффективность: снижение скопления шлама монохроматанатрия на 76 %.

Таблица 6.5. Технологические показатели, связанные с применением НДТ

№ п/п	Процесс	Ед. изм.	Уровни в соответствии с НДТ
1	2	3	4
1	Возврат шлама монохромата натрия в процесс производства в качестве наполнителя	%	70 %

6.5. НДТ, направленные на снижение физического воздействия на окружающую среду

Для сокращения шумовыделения необходимо использовать одну из представленных ниже технологий или их комбинацию.

НДТ 20. НДТ организационного характера

Описание:

более тщательное инспектирование и техническое обслуживание оборудования;
закрытие дверей и окон замкнутых пространств, если возможно;
оборудование, управляемое опытными сотрудниками;
отсутствие шумной деятельности в ночное время, если возможно;
положения по контролю шума во время работ технического обслуживания.

Применение: применяется на общей основе.

НДТ 21. Использование малошумного оборудования

Описание: может включать в себя компрессоры, насосы и диски.

Применение: применяется на общей основе, когда оборудование новое, или осуществляется его замена.

НДТ 22. НДТ, направленные на понижение уровня шума

Описание: распространение шума можно снизить при помощи препятствий, устанавливаемых между источником и принимающим объектом.

Подходящими препятствиями являются, например, защитные стены, валы и здания.

Применение: применяется на общей основе на новых установках. На существующих установках установка препятствий может быть ограничена недостатком места.

НДТ 23. Использование устройств для контроля уровня шума

Описание:

шумоподавители;

изоляция оборудования;

огораживание шумного оборудования;

звукоизоляция зданий.

Применение: применимость может быть ограниченной из-за недостатка места.

НДТ 24. Разумное расположение оборудования зданий

Описание: уровень шума можно снизить, увеличив расстояние между источником и принимающим объектом и используя здания как шумозащитные экраны.

Применение: применяется на общей основе на новых установках. На существующих установках перемещение оборудования и производственных объектов может быть ограничено из-за недостатка места или чрезмерных затрат.

6.6. НДТ, направленные на повышение энергоэффективности

6.6.1. Производство серной кислоты

НДТ 25. Использование тепла охлаждения печного газа для получения энергетического пара

Описание: жидкая сера испаряется за счет теплоты реакции и сгорает в печи в потоке сухого воздуха с образованием диоксида серы. Циклонная печь сжигания серы совмещена в одном агрегате с энерготехнологическим котлом. Выходящий из печи сернистый газ с температурой 1000 - 1200 °С подвергается охлаждению в котле-утилизаторе с помощью холодной воды, пропускаемой через встроенные змеевиковые холодильники. Тепло, выделяющееся при охлаждении печного газа, используется для получения энергетического пара.

Применение: применимо в производствах серной кислоты.

Экологическая эффективность: полная утилизация тепла реакции сжигания серы. Получение попутной продукции – энергетического пара высокого давления 4 МПа и выработка дополнительной электроэнергии 237 кВт*ч на 1 тонну серной кислоты.

6.6.2. Производство ТКФ

НДТ 26. Использование тепла отходящих газов для выработки перегретого пара высокого давления

Описание: в энерготехнологическом агрегате осуществляется плавление фосфоритной муки, при температуре 1450 - 1500 °С происходит обесфторивание плава. В сепараторе расплава происходит разделение плава и отходящих фторсодержащих газов. Плав из камеры расплава через летку вытекает на грануляцию и охлаждение, которые осуществляются в обильном объеме охлаждающей воды. Отходящие газы поступают в котел-утилизатор, где последовательно проходят камеру охлаждения, пароперегреватель, воздухоподогреватель и водяной экономайзер. Охлаждение газа осуществляется котловой водой, подаваемой в пароохладитель и водяной экономайзер котла-утилизатора, после чего вся вода поступает в барабан котла. После перегрева в пароперегревателе перегретый пар по паропроводу подается в паровые сети завода.

Применение: применимо в производствах кормовых обесфторенных фосфатов из фосфоритов.

Экологическая эффективность: утилизация тепла отходящих газов. Тепло отходящих газов от плавления фосфоритной муки утилизируется в котле-утилизаторе энерготехнологического агрегата с получением перегретого пара высокого давления, используемого для выработки электроэнергии. При расходе фосфорита (24,5 % P_2O_5) 1,278 тонн на 1 тонну готового продукта (ТКФ) вырабатывается 6,803 тонны пара высокого давления.

Таблица 6.6. Технологические показатели, связанные с применением НДТ

№ п/п	Процесс	Ед. изм.	Уровни в соответствии с НДТ
1	2	3	4
1	Гидротермическая переработка природных фосфатов с утилизацией тепла отходящих газов	тонн пара высокого давления на 1 тонну готового продукта	6,803

6.6.3. Производство плавиковой кислоты

НДТ 27. Утилизация тепла горячих фтористых газов

Описание: фторсодержащие газы, выходящие из барабанной печи с температурой 210 - 230 °С, подаются в теплообменник по межтрубному пространству. По трубам в теплообменник подается холодная серная кислота, которая нагревается через стенки труб за счет тепла отходящего газа. Нагретая серная кислота выводится из теплообменника и подается в смеситель, где смешивается с плавикошпатовым концентратом, после чего реакционная смесь подается во вращающуюся барабанную печь на разложение. Охлажденный за счет теплообмена фтористый газ подается в скруббер Вентури для очистки от примесей.

Применение: применимо в производствах плавиковой кислоты.

Экологическая эффективность: утилизация тепла отходящих газов, подача в смеситель нагретой серной кислоты, что способствует снижению расхода электроэнергии на разложение исходного сырья.

6.6.4. Производство аммиака

НДТ 28. Внедрение реакционных труб в печи первичного риформинга

Описание: очищенный от серы природный газ смешивается с водяным паром в смесителе М- 101 до соотношения пар: газ = (3,7 ÷ 4,1): 1 Нм³/Нм³, последовательно подогревается в змеевиках конвекционной и предконвекционной зон печи до температуры 527 °С и через газовые коллекторы вводится в реакционные трубы. Водяной пар в смеситель подается через регулирующий узел КЗРС из котла-утилизатора агрегата синтеза аммиака и недостающее количество - из сепаратора пара.

Применение: применимо в химической отрасли.

Экологическая эффективность: до реконструкции на одну тонну производства аммиака необходимо порядка 1300 м³ природного газа, то после модернизации составило 990 м³ природного газа. Обеспечивается снижение энергетических затрат на 40 %. Внедрение реакционных труб нового типа в печи первичного риформинга позволило увеличить выработку азотной кислоты, что повлияло на выпуск аммиачной селитры.

Таблица 6.7. Технологические показатели, связанные с применением НДТ

№ п/п	Процесс	Ед. изм.	Уровни в соответствии с НДТ
1	2	3	4
1	Работа реакционных труб в печи первичного риформинга	м ³ природного газа	1200 - 990

6.6.5. Производство хлора и каустической соды

НДТ 29. Система циркуляции рассола с использованием мембранных ячеек

Описание: в системе циркуляции рассола по наружной трубе с патрубком ультрачистый рассол поступает в анодную камеру и распределяется по всей ширине камеры по внутренней питательной трубе. За счет спускной пластины подъемная сила газа используется, чтобы создать сильную внутреннюю циркуляцию рассола и обеспечить его оптимальное распределение по всей камере при равномерной плотности и температуре. Обедненный рассол и хлор выводятся из камеры по выводной трубе. Катодная камера также имеет питательную трубу, в данном случае для распределения каустика, и выводную трубу для вывода продуктов - водорода и каустика (32 %). Катодная камера не имеет спускную пластину, потому что разница в концентрации каустика на входе и выходе катодной камеры – небольшая (2 %), и водород и каустик

легче разделяются, чем рассол и хлор. В верхней части анодной и катодной камер расположены слегка трапециевидные анодные и катодные каналы, что обеспечивает более высокое обеднение хлористого натрия в мембранных ячейках.

Подаваемый рассол может быть подкислен для повышения качества хлора. Риск разрушения мембраны в результате переокисления исключается оформлением внутреннего пространства ячейки – спускная пластина обеспечивает тщательное перемешивание.

Экологическая эффективность: более сильное обеднение хлористого натрия в мембранных ячейках предполагает более низкую степень рециркуляции и значительно меньше оборудования и сырья чем, например, в ртутных установках такой же мощности. Расход сырья на 1 тонну 100 %- NaOH уменьшается на 8,125 % по сравнению с ртутным методом. Снижение энергозатрат на электролиз рассола (рапы) за счет подъемной сила газа при использовании спусковой пластины.

НДТ 30. Газожидкостное разделение смеси для минимизации колебания перепада давления внутри ячейки и продления срока службы мембраны

Описание: В каналах пенистая газожидкостная смесь полностью разделена на две фазы, т. е. из ячейки выводится поток, состоящий из двух гомогенных фаз. За счет этого полного разделения газа и жидкости колебания перепада давления внутри ячейки доведены до минимума, и срок службы мембраны больше продлевается. Герметичные ячейки работают при избыточном давлении от 300 м бар до 4,7 бар изб.

Применение: применимо в электролизе с использованием ионообменных мембран.

Экологическая эффективность: обеспечение высокой степени безопасности мембранного электролиза с полным разделением газов.

НДТ 31. Модульная система биполярного мембранного электролизера

Описание: все единичные элементы присоединены к входным и выходным коллекторам, расположенным под электролизером, с помощью гибких шлангов из ПТФЭ. Входные шланги с меньшим поперечным сечением обеспечивают равномерную подачу электролита в камеры, а выходные шланги с большим поперечным сечением из ячейки выводят хлор-газ с анолитом, а также водородный газ с католитом. Эта система безотказных соединений позволяет по прозрачным шлангам контролировать работу каждой отдельной ячейки с наблюдением за цветом и непрерывностью потока продуктов. До 210 единичных элементов могут образовать такую батарею, несколько последовательно соединенных батарей - мембранный электролизер.

Применение: применимо в электролизе с использованием ионообменных мембран.

Экологическая эффективность: благодаря внедрению нового полноразмерного упругого элемента в проверенную одноэлементную конструкцию положительные достижения прошлого были расширены посредством преимуществ новейших

разработок. Сочетание конструкции с нулевым зазором с одноэлементной концепцией создает уникальную технологию, предлагающую три преимущества, такие как сокращение потребления энергии.

Значительная экономия энергии – увеличение используемой площади мембраны в сочетании с конструкцией с нулевым зазором по всей активной площади мембраны значительно сокращает потребление энергии. Данный положительный эффект подкрепляется более равномерным распределением тока на мембрану и улучшенным выбросом пузырьков газа, что сокращает застой газа внутри одной ячейки.

100 % герметичность в течение всего срока службы – одноэлементная конструкция с ее уникальным уплотнением и системой шлангов обеспечивает полностью герметичную электролитическую ячейку вплоть до давления 4,7 бар изб. С помощью момента кручения, применяемого к гайкам и болтам фланцевой системы, герметичность может быть гарантирована в течение всего срока службы.

Благодаря их прочной конструкции и высокой герметичности ячейки могут работать при избыточном давлении до 300 мбар. Отсутствует необходимость установить воздуходувки для Cl_2 и H_2 , потому что воздух не засасывается в трубопроводы для Cl_2 и H_2 .

Любая установка, на которой хлор используется в газообразном или жидком виде, должна работать в соответствии со строгими законодательными нормами по охране окружающей среды. Для этого ключевую роль играет обесхлоривание отходящих газов, а усовершенствованный агрегат рассчитан так, чтобы выбросы хлора в атмосферу были полностью исключены.

Продление срока службы мембраны. При использовании мембран в оптимальном диапазоне контактного давления отсутствие зазора на всей активной поверхности гарантировано, и срок службы мембран может быть увеличен. Применяемая сила контактного давления между элементами в пределах одного пакета плавно передается с минимальным трением, так как новые вальцы в верхней части фланцевой системы являются определяющим фактором усилия пружины упругих элементов.

Таким образом, новая конструкция позволяет прямо регулировать контактное давление на мембраны, независимо от силы, отвечающей за герметичность одной ячейки.

Данная НДТ позволяет снизить энергопотребление при плотности тока 6 кА/м² до 2035 Квт*ч/т.

Таблица 6.8. Технологические показатели, связанные с применением НДТ

№ п/п	Процесс	Ед. изм.	У р о в н и энергопотребления в соответствии с НДТ
1	2	3	4

1	Система биполярного мембранного электролизера	Квт*ч/т	>2035
---	---	---------	-------

6.7. Мониторинг

Мониторинг представляет собой систематические наблюдения за изменениями химических или физических параметров в различных средах, основанный на повторяющихся измерениях или наблюдениях с определенной частотой, в соответствии с задокументированными и согласованными процедурами. Мониторинг проводится для получения достоверной (точной) информации о содержании загрязняющих веществ в отходящих потоках (выбросы, сбросы) для контроля и прогнозирования возможных воздействий на окружающую среду.

Мониторинг не ограничивается аналитическими измерениями. Он также включает в себя регулярное техническое обслуживание, визуальный контроль и проверку безопасности.

Таблица 6.9. Периодичность измерений загрязняющих веществ

№ п/п	Производство	Наименование ЗВ	Периодичность
1	2	5	6
1	Аммиак	NO ₂	Непрерывно
		CO	Непрерывно
2	Азотная кислота	NO ₂	Непрерывно
		NH ₃	Непрерывно
3	Аммиачная селитра	NH ₃	Непрерывно
		NH ₄ NO ₃	Непрерывно
4	Серная кислота	SO ₂	Непрерывно
		H ₂ SO ₄	Непрерывно
5	Аммофос	HF	Непрерывно
		NH ₃	Непрерывно
		Пыль аммофоса	Непрерывно
6	Трикальций фосфат кормовой	HF	Непрерывно
		SiO ₂ <20 %	Непрерывно
7	ЭФК	HF	Непрерывно
8	Фосфорный агломерат	Пыль общая	Непрерывно
		P ₂ O ₅	Непрерывно
		PH ₃	Непрерывно
		SO ₂	Непрерывно
9	Желтый фосфор	P ₂ O ₅	Непрерывно
		PH ₃	Непрерывно
		SO ₂	Непрерывно

		SiO ₂ <20 %	Непрерывно
10	Желтый фосфор	P ₂ O ₅	Непрерывно
		PH ₃	Непрерывно
11	Термическая ортофосфорная кислота	P ₂ O ₅	Непрерывно
12	Пищевая ортофосфорная кислота	H ₂ S	Непрерывно
13	Триполифосфат натрия	Пыль ТПФН	Непрерывно
14	Производство фосфорной-калийных удобрений	P ₂ O ₅	Непрерывно
		SiO ₂ <20 %	Непрерывно
		PH ₃	Непрерывно
15	Хлор жидкий, сода каустическая жидкая, сода каустическая чешуированная 100 %, кислота соляная (техн.+ ингибир), гипохлорит натрия технический	Cl	Непрерывно
16	Плавиновая кислота	H ₂ SO ₄	Непрерывно
		HF	Непрерывно
		SiO ₂ <20 %	Непрерывно
17	Монохромат натрия	Пыль неорганическая SiO ₂ <20 %	Непрерывно
		Хром (в пересчете на хром (VI) оксид)	Непрерывно

* непрерывный мониторинг предполагает постоянное измерение и проводится посредством автоматизированной системы мониторинга на организованных источниках согласно требованиям действующего законодательства. В случаях, предусмотренных законодательством, допускается проведение периодического мониторинга - в соответствии с программой ПЭК, но не реже 1 раза в месяц.

6.8. Технологические показатели НДТ

6.8.1. Технологические показатели выбросов

Таблица 6.10. Технологические показатели выбросов, связанные с применением НДТ

№ п/п	Продукт	Технология	Источник выброса ЗВ	Наименование ЗВ	Уровни выбросов, связанные с применением НДТ, мг/Нм ³
1	2	3	4	5	6
				NO ₂	<230

1	Аммиак	Производство аммиака из природного газа мощностью в однолинейном агрегате на базе парового каталитического риформинга в прямоточной трубчатой печи и вторичного паровоздушного риформинга с отделением очистки и подготовки синтез-газа, с синтезом аммиака давлением до 34,24 Мпа по циркуляционной схеме	Трубчатая печь	CO	<10
2	Азотная кислота	Производство азотной кислоты разработано по комбинированной схеме, конверсия аммиака осуществляется под атмосферным давлением, а абсорбция окислов азота под давлением 0.34 МПа (3.2 ат).	Абсорбционная колонна	NO ₂	<180
				NH ₃	<20
3	Аммиачная селитра	Технологический процесс гранулирования плава аммиачной селитры в барабанном грануляторе-сушилке типа СГК БГС.	Узел грануляции, сушки и очистки отходящих газов (вентиляционная труба системы газоочистки отделения по переработке сырья)	NH ₃	<50
				NH ₄ NO ₃	<50
		Сернокислотные установки ДКДА, включая		SO ₂	<800

4	Серная кислота	системы с утилизацией тепла сжигания серы, окисления сернистого газа и абсорбции триоксида серы	Конечный моногидратный абсорбер (H ₂ SO ₄ выхлопная труба)		<70
5	Аммофос	Двухступенчатая аммонизация ЭФК с гранулированием и сушкой суспензии в аппарате БГС.	Циклоны и абсорберы АПС. Общецеховая высотная труба	HF	<5
				NH ₃	<75
				Пыль аммофоса	<70
6	Трикальций фосфат кормовой	Охлаждение газов, отходящих из технологического циклона, очистка от пыли и фтора	Котел-утилизатор, инерционно-вихревой пылеуловитель ИВПУ, абсорбер АПН, санитарная башня (выхлопная труба)	HF	<40
		Сушка гранулята топочными газами	Сушильный барабан, ИВПУ (выхлопная труба)	SiO ₂ <20 %	<950
		Измельчение гранулята до нормируемой крупности	Шаровая мельница, ИВПУ (выхлопная труба)	SiO ₂ <20 %	<850
		Подача фосфоритной муки сжатым воздухом в приемный бункер	Силосные бункеры плавильного отделения, ИВПУ (выхлопная труба)	SiO ₂ <20 %	<520
7	ЭФК	Разложение фосфатного сырья серной кислотой и раствором разбавления с последующим отделением фосфогипса на	Реакторы разложения и дозревания, ЛВФ, абсорберы АПС (хвостовой вентилятор)		<5

		ленточных вакуум-фильтров (ЛВФ).		HF	
8	Фосфорный агломерат	Получение фосфоритного агломерата для приготовления шихты фосфорит 94 % и кокс 6 %)	Сушильный барабан (дымосос)	SiO ₂ <20 %	<500
		Агломерационный обжиг фосфоритной мелочи	Агломерационная машина (дымовая труба)	P ₂ O ₅	<50
				PH ₃	<30
				SO ₂	<100
				SiO ₂ 70 - 20 %	<60
		Система очистки газов агломерационного обжига	Аспирационный воздух цех агломерации (дымосос)	P ₂ O ₅	<30
				PH ₃	<30
				SO ₂	<50
				SiO ₂ 70 - 20 %	<170
				SiO ₂ <20 %	<110
9	Желтый фосфор	Метод получения фосфора основан на электротермической возгонке фосфора из фосфоритной шихты в присутствии восстановителя в рудотермических электропечах	Рудотермическая печь РКЗ - 80Ф - И1 (4 ед.) (очистка печного газа от пыли, и конденсация фосфора производится в двух параллельно работающих системах)	P ₂ O ₅	<450
				PH ₃	<220
				SO ₂	<50
			Вентиляционный воздух, отсасываемый от приемников шлаковой пульпы, шлаковых желобов, грануляционных желобов и грануляционных воронок (сброс на свечу) (2 ед.)	SO ₂	<20
				P ₂ O ₅	<20
				SiO ₂ <20 %	<50
				PH ₃	<5
				P ₂ O ₅	<50
				PH ₃	<5

			Узел слива феррофосфора	SO ₂	<20
				SiO ₂ <20 %	<6
10	Желтый фосфор	Доработка желтого фосфора (отстаивание фосфорсодержащих вод от взвешенных частиц и фосфора, нейтрализации кислотности известковым молоком или раствором соды и осаждение со шлама не осевшего при первичном отстое фосфора)	Аспирационные газы от отстойников, сгустителей и емкостей	P ₂ O ₅	<50
				PH ₃	<5
11	Термическая ортофосфорная кислота	Получение термической фосфорной кислоты из фосфора путем сжигания фосфора в башне сжигания (циклонная установка)	Отходящие газы циклонной установки (P ₂ O ₅ вентиляционная труба)		<235
12	Пищевая ортофосфорная кислота	Очистка термической фосфорной кислоты от мышьяка и свинца путем осаждения их в виде сульфидов сероводородом		H ₂ S	<20
		Метод получения триполифосфата натрия основан на нейтрализации фосфорной кислоты кальцинированной содой до образования раствора солей	Отходящие газы при сушке и		

13	Триполифосфат натрия	моно и динатрийфосфат в соотношении 1:2, и дальнейшей сушке раствора ортофосфатов в распылительной сушилке с последующей дегидратацией в турбокальцинаторе.	прокалке сырья (сушильная башня)	Пыль ТПФН	<212
14	Производство фосфорной-калийных удобрений	Получение фосфорно-калийных удобрений основан на использовании котельного молока смешение котельного молока с высушенным котельным молоком, с последующей сушкой полученного раствора в барабанном грануляторе)	(БГС, грохот, дробилка, ленточный конвейер (выхлопная труба ПГУУ)	P ₂ O ₅	<80
				SiO ₂ <20 %	<50
				PH ₃	<50
15	Хлор жидкий, сода каустическая жидкая, сода каустическая чешуированная 100 %, кислота соляная (техн.+ингибир), гипохлорит натрия технический	Мембранный метод	Нейтрализация хлора (очистка газообразных выбросов от хлора путем поглощения хлора раствором едкого натра с образованием гипохлорита натрия)	Cl	<1
		Производство плавиковой кислоты основано на реакции взаимодействия серной кислоты (в виде купоросного	Плавиковая печь	H ₂ SO ₄	<50
				HF	<5

16	Плави́ковая кислота	масла с содержанием до 93 % серной кислоты) на фторид кальция в виде плави́кошпатового (флюоритового) концентрата.	Организованные выбросы пыли при хранении, пересыпке, разгрузке сырья	SiO ₂ <20 %	<50
17	Монохромат натрия	Обжиг шихты при высокой температуре (1200 - 1300 °С) для протекания окислительно-восстановительных реакций.	Печь обжига	Пыль неорганическая SiO ₂ <20 %	<50
				Хром (в пересчете на хром (VI) оксид)	<0,32

6.8.2. Технологические показатели сбросов

Таблица 6.11. Технологические показатели сбросов, связанные с применением НДТ

№ п/п	Наименование загрязняющего вещества	Ед. изм.*	Концентрация**
1	2	3	4
1	азот аммонийный	мг/дм ³	2
2	ПАВ	мг/дм ³	0.5
3	БПК	мг/дм ³	35,754
4	двуокись кремния	мг/дм ³	10
5	железо	мг/дм ³	0.3
6	марганец	мг/дм ³	0.1
7	медь	мг/дм ³	1
8	молибден	мг/дм ³	0.25
9	мышьяк	мг/дм ³	0.05
10	нефтепродукты	мг/дм ³	1,566
11	никель	мг/дм ³	0.1
12	нитраты	мг/дм ³	45
13	нитриты	мг/дм ³	3
14	полифосфаты	мг/дм ³	20,267
15	свинец	мг/дм ³	0.03
16	селен	мг/дм ³	0.01
17	сульфаты	мг/дм ³	500
18	фенолы	мг/дм ³	0.001
19	фториды	мг/дм ³	1.5

20	хлориды	мг/дм ³	350
21	ХПК	мг/дм ³	71,507
22	хром	мг/дм ³	0.05
23	цианиды	мг/дм ³	0.035

* - В случае, если фоновая концентрация загрязняющих веществ в водном объекте выше приведенных концентраций, уровень сбросов необходимо установить на уровне фонового содержания вещества в водоеме.

** - Если конечным водоприемником сточных вод является накопитель замкнутого типа, то есть когда нет открытых водозаборов воды на орошение или не осуществляются сбросы части стоков накопителя в водные объекты и земную поверхность, и других производственных и технических нужд, допустимая концентрация принимается равной фактической концентрации в сбрасываемой воде.

6.8.3. Иные технологические показатели

Таблица 6.12. Технологические показатели образования отходов, связанные с применением НДТ

№ п/п	Наименование отхода	Метод очистки, повторного использования	Удельные показатели образования отходов на единицу произведенной продукции, тонн/тонн
			Макс.
1	2	3	4
Производство фосфора и фосфорных соединений			
1	Гранулированный шлак	Размещение на собственных площадках	9,5
2	Котельная пыль	Переработка на собственных площадках	0,221
3	Водорастворимые комплексы сульфидов мышьяка и свинца	Переработка на собственных площадках	0,00047
4	Шлам известковой очистки фосфорсодержащих вод	Переработка на собственных площадках	-
Производство монохромата натрия			
5	Монохроматный шлак	Размещение/переработка на собственных площадках	3,1
Производство оксида хрома металлургического			
6	Шлам сернистого натрия	Размещение/переработка на собственных площадках	1,8
Производство оксида хрома пигментного 2			
7	Шлам сернистого натрия	Размещение/переработка на собственных площадках	1,8

Производство бихромата натрия			
8	Шлам сульфата натрия	Размещение/переработка на собственных площадках	0,8

7. Перспективные техники

Данный раздел содержит информацию о новейших техниках, в отношении которых проводятся научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы или осуществляется их опытно-промышленное внедрение.

В процессе подготовки справочника НДТ составители и члены ТРГ проанализировали целый ряд новых технологических, технических и управленческих решений. Это решения, направленные на повышение эффективности производства, сокращение негативного воздействия на окружающую среду, оптимизацию ресурсопотребления. Они еще не получили широкого распространения, и надежными сведениями о внедрении их на двух предприятиях составители справочника не располагают.

7.1. Производство фосфора и фосфорсодержащей продукции

В настоящее время производство фосфора и фосфорсодержащих соединений на предприятии Жамбылского филиала ТОО "Казфосфат" "НДФЗ" направлены на решение экологических и энергетических вопросов, а также расширение ассортимента продукции с получением новых соединений хлоридов фосфора.

Приведенные перспективные техники предусматривают усовершенствование агломерационного процесса за счет использования различных отходов в качестве компонентов для замены топлива, а также связующих материалов, обеспечивающих физико-химические и механические показатели фосфоритного агломерата и оптимизирующие режим агломерации.

7.1.1. Использование нефтяного шлама при агломерации фосфоритной мелочи

На стадии агломерации в производстве желтого фосфора в качестве агломерационного топлива для спекания фосфоритовой рудной мелочи применяют коксик. Для усовершенствования процесса агломерации для частичной замены агломерационного топлива возможно использование углерод- и углеводородсодержащих отходов, в частности отходов добычи и переработки нефти – нефтебитуминозные породы и нефтешламы. Эти отходы содержат до 60 - 65 % углеводородные горючие составляющие, способствующие снижению расхода кокса и природного газа более 50 %, а минеральные составляющие нефтесодержащих отходов в виде соединений оксидов кремния, алюминия, кальция и железа будут способствовать получению механически прочного офлюсованного фосфоритного агломерата [24 - 29].

7.1.2. Использование котельного молока при агломерации фосфоритной мелочи

На стадии агломерации в производстве желтого фосфора в качестве связующего и дополнительного фосфорсодержащего материала может быть использовано котральное молоко, которое образуется на стадии пылеулавливания от фосфорной печи.

Внедрение данного НИР позволит утилизировать вредный отход производства – котральное молоко без образования других вредных отходов; обогатить сырье для производства желтого фосфора (агломерат) основным веществом (P_2O_5); экономить электроэнергию в производстве желтого фосфора; улучшить экологическую обстановку в районе завода, утилизировать накопившиеся за время эксплуатации завода вредные отходы [30].

7.1.3. Использование борсодержащих соединений при агломерации фосфоритной мелочи

Агломерация – укрупнение мелки частиц фосфоритов спеканием на колосниковой решетке агломерационной машины. При этом в качестве твердого топлива применяется дорогостоящий кокс. Изыскание путей замены дефицитного топлива на более дешевые виды является одной из актуальных проблем агломерации фосфоритной мелочи.

Другой важной проблемой является экономия электроэнергии на спекание фосфатного сырья. С целью уменьшения температуры спекания предлагается добавить более легкоплавкие материалы, такие как фосфатно-кремнистые сланцы и борсодержащие материалы. Добавка этих материалов в фосфоритную мелочь при агломерации позволит значительно снизить температуру спекания [31].

7.2. Производство серной кислоты, ЭФК, минеральных удобрений (аммофос) и ТКФ

7.2.1. Повышение производительности схем ЭФК и БГС за счет внедрения автоматизированной системы мониторинга процессов

К числу перспективных техник относится модернизация производства аммофоса за счет внедрения высокоинтенсивного трубчатого реактора-смесителя, что позволяет сократить потери аммиака и снизить выброс фтористых соединений в газовую фазу. При этом планируются запуск второй линии цеха ЭФК, а также внедрение автоматизированной системы мониторинга нового отделения БГС- 2 цеха аммофоса, что позволит увеличить производительность системы производства как ЭФК, так и аммофоса, а также получать кислоту концентрации 25 - 29 % P_2O_5 из низкосортного фосфатного сырья и повысить технологический выход P_2O_5 в ЭФК.

7.2.2. Улучшение качества ТКФ

В цехе КОФ проведены опытные испытания и смонтирован узел смешения плава гранулята с термической фосфорной кислотой с целью получения трикальцийфосфата кормового высшего сорта. В связи с требованием рынка на кормовые фосфаты с содержанием фосфора 16 % и более разработана технология получения трикальцийфосфата высшего сорта, содержащего (37±1) % солянорастворимой формы P_2O_5 с применением гранулята трикальцийфосфата и ортофосфорной ТФК. Для этого

предполагается предварительное смешение плавагранулята с термической фосфорной кислотой концентрации 73 % в шнеке-смесителе, при котором происходит их взаимодействие, разлагается часть легкоразлагаемых карбонатов и повышается содержание P_2O_5 , усвояемого животными. Полученная смесь отправляется на сушку.

Разработанная технология позволит повысить качество продукта и получать наряду с выпуском трикальцийфосфата первого сорта, содержащего 27 % P_2O_5 , конкурентоспособный кормовой трикальцийфосфат высшего сорта, содержащий 37 % P_2O_5 , растворимого в 0,4 % растворе соляной кислоты.

7.2.3. Расширение ассортимента минеральных удобрений

Перспективными направлениями развития являются разработка технологии и запуск производства нового продукта – сульфоаммофос. Получение такого удобрения основано на нейтрализации смеси фосфорной и серной кислот аммиаком, что позволит снизить запыленность отходящих газов, а также улучшить качество продукта, а именно, получить несслеживающийся негигроскопичный продукт с прочными и однородными гранулами. Данное сложное NPS удобрение, которое представляет собой универсальный водорастворимый гранулированный серосодержащий азотно-фосфорный продукт, можно применять на всех типах почв под все сельскохозяйственные культуры.

7.3. Производство плавиковой кислоты

Предоставление информации является невозможным в связи с тем, АО "УМЗ" функционирует в составе НАК "Казатомпром" и является режимным предприятием с ограниченным доступом разрешения через компетентные органы.

7.4. Производство аммиачной селитры, смешанных азотно-фосфорных удобрений, азотной кислоты, аммиака

В 2019 году авторами [64] предложена технология, которая не требует коренной модернизации традиционной технологии производства аммиачной селитры. В разработке исключены вторая стадия выпарки и стадия донейтрализации аммонизированного раствора азотной кислоты, что упрощает действующую технологию и позволяет при добавке фосфоритной муки и солей калия получить термостабильный продукт с высокой агрохимической ценностью.

Аммиачная селитра из-за гигроскопичности в результате интенсивного поглощения влаги снижает свою механическую прочность, разрушается и слеживается. В силу этого производственная аммиачная селитра нуждается в соблюдении особых условий хранения, вызывает ряд сложностей при ее практическом использовании в удобрительных целях. Поэтому на сегодня повсеместно как производители аммиачной селитры, так и ее потребители остро заинтересованы в снижении ее гигроскопичности различными способами и приемами [65 - 67].

7.5. Производство хлора и каустической соды

При производстве каустической соды применяется одностадийная схема с полным трехкратным использованием тепла пара. Для обезвоживания раствора каустической соды применяются вакуум-выпарные установки непрерывного действия с выпарными аппаратами пленочного типа (со сползающей пленкой). При выпаривании раствора каустической соды используются пар давлением до 1,0 - 1,2 МПа, остаточное давление. Такая схема рассчитана на использование пара высокого давления по расходу тепла и является наиболее экономичной. Для увеличения коэффициента теплопередачи и предотвращения инкрустации греющих трубок применяются аппараты с интенсивной циркуляцией.

В предлагаемой технологической схеме производства каустической соды предлагаются выпарные аппараты с естественной циркуляцией раствора.

Такие аппараты обладают высоким коэффициентом теплопередачи при его многократной организованной циркуляции в замкнутом контуре, которая уменьшает скорость отложения накипи на поверхности труб. Для производства плавленной каустической соды в качестве теплоносителя применяется высококипящий органический теплоноситель даутерм. Предлагается проведение процесса кристаллизации на вращающихся охлаждаемых барабанах, нижняя часть которых погружена в ванну с расплавом [80 - 81].

7.6. Производство хромовых соединений

Разработана технология получения хромосодержащих пигментов на основе оксида хрома, извлекаемого из хромосодержащих шламовых отходов. После обжига продукт характеризуется минимальным содержанием остаточного хрома в огарке 1,54 - 2,2 %, а степень возгонки оксида хрома 89,35 % [94].

В процессе производства монокромата натрия на АО "АЗХС" в прудах - шламонакопителях - скопилось более 7 млн. тонн монокроматного шлама. С целью утилизации накопленных отходов, снижения их токсичности и извлечения полезных соединений разработан способ переработки шлама, разработка способа переработки шлама хроматного производства для перевода токсичного шестивалентного хрома в безопасную трехвалентную форму для дальнейшей его утилизации и применения в качестве основного сырья при изготовлении огнеупорных материалов.

Техническим результатом является повышение эффективности способа и экологической обстановки в регионе. Данный способ переработки шлама хроматного производства включает термическую обработку смеси хроматного шлама и базальтовой породы в соотношении, не превышающем 40 - 50 %, которую ведут в непрерывном режиме при температуре выше 1550 °С при электромагнитном перемешивании расплава с помощью поперечного магнитного поля. Данное перемешивание увеличивает скорость и равномерность нагрева и обеспечивает гомогенность расплава. Полученный продукт выводят в виде непрерывной струи расплава и подвергают охлаждению водой. Охлаждение водой конечного продукта

резко снижает твердость конечного продукта, что облегчает последующее его измельчение.

Качественный рентгенофазовый анализ образцов исходного хроматного шлама и конечного продукта показал, что в конечном продукте содержится только трехвалентный хром Cr_2O_3 .

Таким образом, данный способ позволяет полностью перевести токсичный шестивалентный хром в соединении CrO_3 в безопасное соединение трехвалентного хрома Cr_2O_3 с концентрацией 6 - 9 %, улучшить экологическую обстановку и применять в качестве основного сырья при изготовлении огнеупорных материалов [95].

8. Дополнительные комментарии и рекомендации

Справочник подготовлен в рамках государственного задания по бюджетной программе 044 "Содействие ускоренному переходу Казахстана к зеленой экономике путем продвижения технологий и лучших практик, развития бизнеса и инвестиций" в соответствии со статьей 113 Экологического кодекса.

Правовая основа заложена в Постановлении Правительства Республики Казахстан от 28 октября 2021 года № 775 "Об утверждении Правил разработки, применения, мониторинга и пересмотра справочников по наилучшим доступным техникам".

Разработка справочника по НДТ проводилась группой независимых экспертов, представленной технологами, экологами, специалистами по энергоэффективности и экспертом по финансовому моделированию. Состав группы независимых экспертов сформирован рабочей группой по отбору экспертов и (или) научно-исследовательских институтов и (или) высших учебных заведений для разработки разделов проектов справочников по наилучшим доступным техникам, созданной приказом председателя правления Центра.

Подготовка настоящего справочника осуществлялась при участии ТРГ, созданной приказом председателя правления Центра № 21 - 21П от 25 февраля 2021 г., № 67 - 21П от 10 июня 2021 г., № 104 - 21П от 26 августа 2021. В состав ТРГ вошли представители субъектов химической промышленности, государственных органов в области промышленной безопасности и санитарно-эпидемиологического благополучия населения, научных и проектных организаций, экологических и отраслевых ассоциаций.

На первом этапе разработки справочника проведен комплексный технологический аудит- экспертная оценка текущего состояния предприятий по производству неорганических химических веществ, которая позволила определить эффективность управления производством, применяемые средства автоматизации, анализ технологических возможностей, и степень воздействия предприятий на окружающую среду.

Оценка соответствия технологий, реализованных на предприятиях по производству неорганических химических веществ, принципам наилучших доступных техник, была выполнена в соответствии с методикой проведения экспертной оценки технологических процессов организаций на соответствие принципам наилучших доступных технологий.

Целями экспертной оценки являлись определение настоящего технологического состояния предприятий по производству неорганических химических веществ и их оценка в соответствии с параметрами НДТ.

Были проведены анализ и систематизация информации по производству неорганических химических веществ в целом о применяемых в отрасли технологиях, оборудовании, сбросах и выбросах загрязняющих веществ, образовании отходов производства, других факторах воздействия на окружающую среду, энерго- и ресурсопотреблении с использованием литературных данных, изучением нормативной документации и экологических отчетов.

На основе шаблонов анкет КТА проводилось анкетирование предприятий по производству неорганических химических веществ. Итоги анализа, поступивших от предприятий анкет, выявили явную недостаточность информации по различным аспектам применения технологий, в том числе по технологическим показателям. Показатели выбросов загрязняющих веществ (ЗВ), представленные в отраслевых отчетах по производству неорганических химических веществ, не приведены к стандартным условиям (сухой газовый поток при температуре 273 К и давлении 101,3 кПа). Не предоставлялись фактические (замерные) нормализованные показатели по загрязняющим веществам с учетом поправки на содержание кислорода в отходящем газе. По этой причине на данном этапе использовались имеющиеся результаты, предоставленные предприятиями по производству неорганических химических веществ.

При подготовке справочника "Производство неорганических химических веществ" изучался европейский подход внедрения НДТ. За основу взяты Европейские справочники:

справочный документ по НДТ ЕК "Крупнотоннажное производство неорганических химических веществ: аммиака, кислот и удобрений" (Reference Document on Best Available Techniques for the Manufacture of Large Volume Inorganic Chemicals - Ammonia, Acids and Fertilisers), 2007 г.;

справочный документ по НДТ ЕК "Крупнотоннажное производство неорганических химических веществ: твердые и другие неорганические химикаты" (Reference Document on Best Available Techniques for the Manufacture of Large Volume Inorganic Chemicals – Solids and Others industry), 2007 г.;

справочный документ по НДТ ЕК "Хлор-щелочное производство" (Reference Document on Best Available Techniques Reference for the Production of Chlor-alkali), 2013 г.;

справочный документ по НДТ ЕК "Производство специальных неорганических химических веществ" (Reference Document on Best Available Techniques for the Production of Speciality Inorganic Chemicals), 2007 г..

Структура справочника по НДТ "Производство неорганических химических веществ" разработана по результатам проведенного КТА и анализа особенностей структуры химических отраслей Республики Казахстан, а также ориентируясь на наилучший мировой опыт.

К перспективным технологиям отнесены не только отечественные разработки, но также и передовые технологии, применяемые на практике за рубежом, но до настоящего времени не внедренные в Республике Казахстан.

По итогам подготовки справочника "Производство неорганических химических веществ" были сформулированы следующие рекомендации, касающиеся дальнейшей работы над настоящим справочником и внедрения НДТ:

предприятиям рекомендуется осуществлять сбор, систематизацию и хранение сведений об уровнях эмиссий загрязняющих веществ, в особенности маркерных, в окружающую среду, потребления сырья и энергоресурсов, а также о проведении модернизации основного и природоохранного оборудования, экономических аспектах внедрения НДТ;

внедрение автоматизированной системы мониторинга эмиссий в окружающую среду является необходимым инструментом получения фактических данных по эмиссиям маркерных загрязняющих веществ и пересмотра технологических показателей маркерных загрязняющих веществ;

при модернизации технологического и природоохранного оборудования в качестве приоритетных критериев выбора новых технологий, оборудования, материалов следует использовать повышение энергоэффективности, ресурсосбережение, снижение негативного воздействия объектов химической промышленности на окружающую среду.

Библиография

1. Экологический кодекс Республики Казахстан – Парламент Республики Казахстан . –Нур-Султан. – 2021. – 549 с.

2. Reference Document on Best Available Techniques for the Large Volume Inorganic Chemicals - Ammonia, Acids and Fertilisers (Справочный документ по наилучшим доступным технологиям (НДТ) крупно-тоннажного производства неорганических химических веществ — аммиак, кислоты и удобрения). – Европейская комиссия. – 2007 . – 446 с.

3. Reference Document on Best Available Techniques for the Production of Speciality Inorganic Chemicals – Solids and others industry, August 2007 (Справочный документ по наилучшим доступным технологиям (НДТ) производства специальных неорганических веществ – Твердые и другие производства). – Европейская комиссия. – 2007. – 711 с.

4. T. Brinkmann, G. G. Santonja, F. Schorcht, S. Roudier, L. D. Sancho. Best Available Techniques (BAT) Reference Document for the Production of Chlor-alkali (Справочный документ по НДТЕК "Хлор-щелочное производство"). – Европейская комиссия. – 2014 г. – 340 с.

5. Reference Document on Best Available Techniques for the Production of Speciality Inorganic Chemicals (Справочный документ по НДТЕК "Производство специальных неорганических химических веществ"). – Европейская комиссия. – 2007.

6. ИТС 19 - 2020. Производство твердых и других неорганических химических веществ. – Бюро НДТ. – Москва. – 2020. – 482 с.

7. ИТС 2 - 2019. Производство аммиака, минеральных удобрений и неорганических кислот. – Бюро НДТ. – Москва. – 2019. – 825 с.

8. ОТЧЕТ об экспертной оценке "Производство выбранных неорганических продуктов химической отрасли" на соответствие принципам наилучших доступных технологий. – Нур-Султан. – 2021. – 70 с.

9. Новоджамбулский фосфорный завод. http://www.kpp.kz/stru_podr/ndfz/. Дата доступа 21.07.2021

10. Фосфорный путь. Под ред. Н.Н.Перфильевой. – КазФосфат. – 2019. – 181 с.

11. ГОСТ - 8986. Фосфор желтый технический. Технические условия

12. ГОСТ 10678. Кислота ортофосфорная термическая. Технические условия.

13. ГОСТ 13493. Натрия триполифосфат. Технические условия

14. ГОСТ 10678. Натрия полифосфат технический. Технические условия

15. Отчет по экспертной оценке технологических процессов организации на соответствие принципам наилучших доступных технологий. ТОО "Казфосфат". – Нур-Султан. – 2020. – 45 с.

16. Ершов В.А., Пименов С.Д. Электротермия фосфора. СПб: Химия, 1996. – 248 с.

17. Тлеуов А. Утилизация отходов предприятий фосфорной промышленности. Учебное пособие. – Шымкент. – 2015. – 176 с.

18. Постоянный технологический регламент №3 по производству фосфоритного агломерата для получения желтого фосфора. – г.Тараз. – 2010 г. – 115 с.

19. Постоянный технологический регламент №4 производства желтого фосфора цеха № 5. – г.Тараз. – 2010 г. – 172 с.

20. Позин М.Е. Технология минеральных солей (удобрений, пестицидов, промышленных солей, окислов и кислот). Часть 1. - Л. Химия, 1974. – 792 с.

21. Постоянный технологический регламент N производства триполифосфата натрия. – г.Тараз. – 2008. – 117с
22. Временный технологический регламент N производства полифосфата натрия технического. – г.Тараз. – 2012. – 73с.
23. Временный технологический регламент № производства термической фосфорной кислоты марки "А" ("пищевой"). – г.Тараз. – 2011. – 50с.
24. Тлеуов А.С., Шевко В.М., Тлеуова А.Х. Промышленные испытания использования нефтяного шлама АО "ШНОС" при производстве фосфоритных агломератов //Журн. Наука и образование Южного Казахстана.– Шымкент, 2002.– С. 122 - 124.
25. Бишимбаев В.К., Тлеуов А.С., Шевко В.М., Тлеуова А.Х. Опытнo - промышленные испытания замены кокса на нефтешлам при окусковании фосфоритной мелочи// Сб.: Новости науки Казахстана.– Алматы, 2003.– С.44 - 48.
26. Тлеуов А.С., Шевко В.М., Тлеуова С.Т. Пути решения проблемы переработки и утилизации нефтяных шламов //Журн. Наука и образование Южного Казахстана.– Шымкент, 2003, №32.–С.167 - 169.
27. Способ агломерации фосфатного сырья / ТлеуовА.С., Бишимбаев В.К., Шевко В.М., Тлеуова С.Т., Тлеуова А.Х., Искаков Н.К. Патент РК № 13542, бюлл. № 5 2007.
28. Тлеуов А.С., Шевко В.М., Тлеуова С.Т. Влияние углеводородного сырья на технологические показатели агломерации фосфоритной мелочи // Журн. Наука и образование Южного Казахстана. –Шымкент, 2004.
29. Тлеуов А.С., Шевко В.М. Использование нефтяных шламов при агломерации фосфоритов //Мат. третьих межд. науч. Надировских чтений "Научно-технологическое развитие нефтегазового комплекса".– Шымкент, 2005.
30. Тлеуов А.С., Якубова Р.Р., Суйгенбаева А.Ж. Экологические проблемы переработки котельной пыли на сложные удобрения // Труды МНПК "Ауэзовские чтения – 13", т.1. Шымкент, 2015
31. Тлеуов А.С., Шевко В.М., Смайлов Б.М., Ахат Г.Б., Атырханова К.К. Способ агломерации фосфатного сырья. Патент на полезную модель РК № 4611 от 07.10.2019, РГП на ПХВ ЮКГУ им.М.Ауэзова
32. Проект нормативов предельно-допустимых выбросов загрязняющих веществ в атмосферу (ПДВ) для ТФ ТОО "Казфосфат" "Минеральные удобрения", расположенного в г. Тараз на 2019 – 2026 гг. Часть1. – г. Тараз, 2019г.
33. Постоянный технологический регламент производства трикальцийфосфата кормового в цехе КОФ. ТОО "Казфосфат". – Тараз, 2013
34. ГОСТ 127.1. Межгосударственный стандарт. Сера техническая. Технические условия
35. ФС РК ОКПО 390838120142 1.0. ЭФК
36. СТ РК 2211. Сырье фосфатное тонкого помола Каратау

37. ГОСТ 2184. Кислота серная техническая. Технические условия
38. ГОСТ 18918. Аммофос. Технические условия
39. СТ РК 2212 ТФК. Технические условия
40. Амелин А.Г. Технология серной кислоты. - М.: Химия, 1983. – 360с.
41. Seitmagzimova G.M., Dzhanmuldaeva Zh.K. Energy-efficient technologies of mineral acids. – Study guide, Shymkent, 2019. – 80p.
42. Ахметов Т.Г. Химическая технология неорганических веществ. - М., Высшая школа, 2002. - 688 с.
43. Патент РФ №2201393. Установка для окисления диоксида серы. Филатов Ю.В., Сыромьятников В.Д., Сушев В.С., Игин В.В. – 2013 г.
44. Шамшидинов И.Т. Исследование процесса переработки фосфоритов Каратау на концентрированные фосфорные удобрения по поточной технологии // – Universum: Технические науки. 2017. №3. С.36
45. Петропавловский И.А., Дмитриевский Б.А., Левин Б.В., Почиталкина И.А. Технология минеральных удобрений. - СПб.: Проспект науки, 2018. - 312с.
46. Постоянный технологический регламент производства ЭФК- 1 в цехе аммофоса. – Тараз, 2012.
47. Сейтмагзимова Г.М., Раимбаева Д.А. Некоторые способы модернизации технологического оборудования производства азотно-фосфорного минерального удобрения 10:46. - Materials of the International Student Scientific Conference "Quality Management: Search and Solutions"November 27 - 29, 2018,Casablanca, Morocco, P. 84 - 87
48. ГОСТ 29219. "Концентраты плавигошпатовые кислотные и керамические"
49. СТ РК 2503. "Кислота фтористоводородная (плавиговая)"
50. Позин М.Е. Технология минеральных солей (удобрений, пестицидов, промышленных солей, окислов и кислот). Часть 2. - Л. Химия, 1974. – С. 1113 - 1120.
51. Отчет по экспертной оценке технологических процессов организации на соответствие принципам наилучших доступных технологий. АО "Ульбинский металлургический завод". – Нур-Султан,2021.
52. ИТС 22 - 2016 "Очистка выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух при производстве продукции (товаров), а также при проведении работ и оказании услуг на крупных предприятиях". – Москва
53. Патент RU 2482902, B01D47/06 - Очистка распыленной водой. Авторы: Стареева М.О., Стареева М.М., Кочетов О.С.
<https://findpatent.ru/patent/248/2482902.html>,
54. Годовой отчет АО "КазАзот" за 2019. – 2020. – 133 с.
55. Фосфоритная мука Chilisaі <https://chilisaі.kz/index.php?lang=ru> Дата доступа 29.07.2021
56. ГОСТ 6221. Аммиак жидкий технический. Технические условия.

57. ГОСТ Р 53789. Кислота азотная неконцентрированная
58. ГОСТ 2. Селитра аммиачная. Технические условия
59. Отчет по экспертной оценке технологических процессов организации на соответствие принципам наилучших доступных технологий. ТОО "КазАзот". – Нур-Султан. – 2021. – 29 с.
60. Производство аммиака и аммиачной селитры. <https://www.kazazot.kz/production> Дата доступа: 21.07.2021
61. Молдабеков Ш.М., Бишимбаев В.К., Гильманова Г.Б., Сейтмагзимова Г.М., Альмаханов Б.А. Технология азотной кислоты. Учебное пособие. – Шымкент. – 2004. – 48 с.
62. Технологический регламент производства аммиачной селитры ТР КазАзот 10.53.1011.004 - 12.– г. Актау. –2012 г. – 204 с.
63. М.А. Миниович. Производство аммиачной селитры. М. "Химия". – 1974. – 240 с.
64. Способ получения комплексного NPK – удобрения на основе аммиачной селитры. Бестереков У., Кыдыралиева А.Д., Болысбек А.А., Маулешев А., Жумабеков Д.С., Абрамов С.В. № заявки 2020/0105.1 от 17.02.2020, одобрено 17.03.2020
65. Кыдыралиева А.Д. Совершенствование технологии аммиачной селитры с целью улучшения физико-химических и агрохимических характеристик. Дис. Соиск. степени доктора философии (PhD). – ЮКУ им. М. Ауэзова. – 2020. – 191 с.
66. Кыдыралиева А.Д., Бестереков У., Петропавловский И.А., Болысбек А.А., Ураков К.Н. Моделирование влияния удельных расходов аммиачной селитры, фосфоритной муки и хлорида калия на соотношения питательных элементов в NPK–удобрениях // Вестник КазННТУ. - 2020. - №2(138). - С.776 - 772.
67. Бестереков У., Кыдыралиева А.Д., Ураков К.Н., Болысбек А.А., Петропавловский И.А. Результаты расчетно-экспериментальных исследований по получению NPK - удобрений с регулируемым соотношением питательных веществ // Вестник КазННТУ- 2019. - №6(136). - С.816 - 819
68. АО "Каустик" <https://caustic.kz/ru/home.html> Дата доступа 29.07.2021
69. <https://kazpravda.kz/news/ekonomika/nestandartnii-vzglyad-na-taikonir>
70. Комитет геологии и недропользования МИР РК. Озеро Тайкочыр. <https://info.geology.gov.kz/ru/informatsiya/spravochnik-mestorozhdenij-kazakhstan/tverdye-poleznye-iskopaemye/item/озеро-тайкочыр> Дата доступа 29.07.2021
71. Методические рекомендации по применению классификации запасов месторождений и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых. Озерные соли // Москва. –2007.
72. Отчет об экспертной оценке "Производство выбранных неорганических продуктов химической отрасли" на соответствие принципам наилучших доступных технологий. – Нур-Султан. – 2021. – 70с.

73. Общая химическая технология. Под ред. И. П. Мухленова. Учебник для химико-технологических специальностей ВУЗов. — М.: Высшая школа.
74. ГОСТ 6718. Хлор жидкий. Технические условия.
75. ГОСТ 857. Кислота соляная синтетическая
76. СТ РК "Кислота соляная ингибированная. Технические условия"
77. ГОСТ 11086. ГИПОХЛОРИТ НАТРИЯ Технические условия
78. СТ АО 39769573 - 001. Отбеливатель жидкий серии "Белизна"
79. Технология электролиза хлора и каустика. Усовершенствованная мембранная технология. ThyssenKruppUhde.— Дортмунд, Германия. – 2012. – 24 с.
80. Жорабек А.Б., Якубова Р.Р., Джанмулдаева Ж.К. О процессах плавления и грануляции при производстве каустической соды // Вестник науки Южного Казахстана. 2019. № 1 (5). С. 107 - 110.
81. Сагтаров Н.А., Якубова Р.Р., Джанмулдаева Ж.К. Анализ способов выпаривания при получении каустической соды // Вестник науки Южного Казахстана. 2019. № 1 (5). С. 191 - 194.
82. U.S. Geological Survey, Mineral Commodity Summaries, 2019. Agency Publisher: Department of the Interior (DOI), U.S. Geological Survey (USGS), с.46 - 47
83. Справочник. Месторождения хрома, никеля, кобальта, ванадия Казахстана. 2-е издание / Б.К. Нурабаев, А.А. Надырбаев, М.К. Тулегенов, Ж.Б.Тансыкбаева. – Алматы : РГП ПХВ "Информационно-аналитический центр геологии и минеральных ресурсов РК", 2015 – 258 с.
84. Отчет по результатам маркетингового исследования производства пестицидов и прочей агрохимической продукции в Республике Казахстан. Национальная палата предпринимателей "Атамекен". – Нур-Султан. – 2020 г. – с.69 - 70.
85. Отчет по экспертной оценке технологических процессов организации на соответствие принципам наилучших доступных технологий/ АО "Актюбинский завод хромовых соединений". – Нур-Султан., 60с.
86. Справочник химика / Редкол.: Никольский Б.П. и др.. — 3-е изд., испр. — Л.: Химия, 1971. — Т. 2.
87. Рипан Р., Четяну И. Неорганическая химия. Химия металлов. — М.: Мир, 1972. — Т. 2.
88. Неорганическая химия / под ред. Ю.Д. Третьякова. — М.: Академия, 2007
89. Справочник химика / Редкол.: Никольский Б.П. и др.. — 2-е изд., испр. — М.—Л.: Химия, 1966. — Т. 1
90. ГОСТ 2912.Хрома окись техническая
91. СТ РК 2646 -. Оксид хрома технический металлургический
92. СТ РК 2647. Оксид хрома технический пигментный
93. СТ РК 307Ангидрид хромовый технический

84. Клепиков В.А., Глеуова С.Т., Глеуов А.С., Джанмулдаева Ж.К., Кадынцева Т.А. Исследование термодинамических особенностей переработки хромосодержащих шламов // Вестник КБТУ. – Т.16. – с.48 - 54

95. Акназаров С.Х., Лукьященко В.Г., Мессерле В.Е., Умбеткалиев К.А., Устименко А.Б., Шевченко В.Н., Головченко О.Ю. Способ переработки шлама хроматного производства. Патент на изобретение № 27146, 15.07.2013, бюл.№ 7

Приложение А

Проведение экономического анализа НДТ "НДТ, направленная на предотвращение выбросов путем использования котрельного молока в технологических процессах"

НДТ, направленное на предотвращение выбросов путем использования котрельного молока в технологических процессах.

Использование котрельного молока, приведенного химического состава для агломерации фосфоритной мелочи фосфоритов Каратауского месторождения дает возможность увеличить Мк (Модуль кислотности) агломерата в среднем от 0,7 до 0,9, что соответственно позволяет значительно **(на 15 - 20 %) уменьшить расход кварцита** в составе шихты для восстановительной плавки при производстве желтого фосфора. Кроме того, на предприятии полностью утилизируется котрельная пыль и тем самым обеспечивается снижение загрязняющих веществ в окружающий воздух.

Требуемые инвестиции: **нет необходимости.**

Экономическая выгода: ожидается за **счет снижения себестоимости производства желтого фосфора.**

Экономический эффект от внедрения НДТ на предприятии А.

№ п/п	Входные параметры	Ед. изм.	Значение	Комментарии
1	2	3	4	5
1	Себестоимость котрельного молока	Тенге за тонну	0	Источник: предприятия по производству фосфора, данные на 2021 год.
2	Стоимость кварцита (расходы на добычу и транспортировку)	Тенге за тонну	5,021	Источник: открытые источники, данные за 2021 год.
3	Требуемый объем кварцита до внедрения НДТ	Тонн в год	100,000	Объем взятый для примера для среднего предприятия по производству фосфора.
4	Снижение объема кварцита после внедрения НДТ	%	20 %	Источник описания НДТ

Предложенная НДТ считается "доступной" - не требует инвестиционных вложений, при этом снижаются затраты на производства продукции (желтого фосфора) на 100,4 млн. тенге в год по уровню цен на 2021 год.

© 2012. РГП на ПХВ «Институт законодательства и правовой информации Республики Казахстан»
Министерства юстиции Республики Казахстан