



Об утверждении справочника по наилучшим доступным техникам "Добыча и обогащение железных руд (включая прочие руды черных металлов)"

Постановление Правительства Республики Казахстан от 29 декабря 2023 года № 1251

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

1. Утвердить прилагаемый справочник по наилучшим доступным техникам "Добыча и обогащение железных руд (включая прочие руды черных металлов)".

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

Утвержден
постановлением Правительства
Республики Казахстан
от 29 декабря 2023 года № 1251

Справочник по наилучшим доступным техникам "Добыча и обогащение железных руд (включая прочие руды черных металлов)"

Оглавление

- Оглавление
- Список схем/рисунков
- Список таблиц
- Глоссарий
- Предисловие
- Область применения
- Принципы применения
- 1. Общая информация
- 1.1. Структура и технологический уровень отрасли
- 1.2. Минерально-сырьевая база
- 1.3. Техничко-экономические показатели отрасли
- 1.4. Основные экологические проблемы
- 1.4.1. Выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух
- 1.4.2. Сбросы загрязняющих веществ в водные объекты
- 1.4.3. Воздействие на земельные ресурсы и почвенный покров
- 1.4.4. Образование и управление отходами производства
- 1.4.5. Потребление энергетических, сырьевых и водных ресурсов
- 1.4.6. Факторы физического воздействия

- 1.4.7. Воздействие при ликвидации и рекультивации
- 2. Методология определения наилучших доступных техник
 - 2.1. Детерминация, принципы подбора НДТ
 - 2.2. Критерии отнесения техник к НДТ
 - 2.3. Экономические аспекты внедрения НДТ
 - 2.3.1. Подходы к экономической оценке НДТ
 - 2.3.2. Способы экономической оценки НДТ
 - 2.3.3. Соотношение затрат и ключевых показателей предприятия
 - 2.3.4. Прирост себестоимости на единицу продукции
 - 2.3.5. Соотношение затрат и экологического результата
 - 2.4. Платежи и штрафы за негативное воздействие на окружающую среду
 - 2.5. Расчет на установке
- 3. Применяемые процессы: технологические, технические решения, используемые в настоящее время
 - 3.1. Открытая добыча руд черных металлов
 - 3.1.1. Снятие и складирование плодородного слоя почвы
 - 3.1.2. Вскрытие карьерного поля
 - 3.1.3. Вскрышные работы
 - 3.1.4. Системы разработки
 - 3.1.5. Буровзрывные работы
 - 3.1.6. Добыча руды
 - 3.1.7. Транспортировка
 - 3.1.8. Первичное дробление
 - 3.1.9. Обращение со вскрышными породами
 - 3.1.10. Карьерный водоотлив
 - 3.1.11. Потребление топливно-энергетических ресурсов
 - 3.2. Подземная добыча руд черных металлов
 - 3.2.1. Вскрышные работы
 - 3.2.2. Подготовка
 - 3.2.3. Системы разработки
 - 3.2.4. Крепление выработок
 - 3.2.5. Отбойка и дробление руд
 - 3.2.6. Доставка и выпуск руды
 - 3.2.7. Транспортировка и подъем, доставка и выпуск руды
 - 3.2.8. Поддержание выработанного пространства
 - 3.2.9. Шахтный водоотлив
 - 3.2.10. Рудничная вентиляция
 - 3.2.11. Обращение с пустыми породами
 - 3.2.12. Потребление топливно-энергетических ресурсов

- 3.3. Обогащение руд черных металлов
 - 3.3.1. Основные методы обогащения
 - 3.3.1.1. Гравитационные методы обогащения
 - 3.3.1.2. Магнитные методы обогащения
 - 3.3.1.3. Флотационные методы обогащения
 - 3.3.1.4. Электрические методы обогащения
 - 3.3.1.5. Специальные методы обогащения
 - 3.3.2. Дробление, измельчение, классификация
 - 3.3.3. Обогащение руд черных металлов
 - 3.3.4. Обезвоживание, сушка концентрата (аглоруды), обеспыливание
 - 3.3.5. Складирование, транспортировка
 - 3.3.6. Водоподготовка, обратное водоснабжение
 - 3.3.7. Управление отходами производства
 - 3.3.8. Потребление топливно-энергетических ресурсов
- 3.4. Производство окатышей.
 - 3.4.1. Подготовка шихты
 - 3.4.2. Окомкование, классификация
 - 3.4.3. Термическая обработка окатышей
 - 3.4.4. Сортировка, складирование, транспортировка, отгрузка готовых обожженных окатышей
 - 3.4.5. Водоподготовка, обратное водоснабжение
 - 3.4.6. Управление отходами производства
 - 3.4.7. Потребление энергетических, сырьевых и водных ресурсов
- 4. Общие наилучшие доступные техники для предотвращения и/или сокращения эмиссий и потребления ресурсов
 - 4.1. Ведение комплексного подхода к защите окружающей среды
 - 4.2. Внедрение систем экологического менеджмента
 - 4.3. Внедрение систем энергетического менеджмента
 - 4.4. Мониторинг эмиссий
 - 4.4.1. Компоненты мониторинга
 - 4.4.2. Исходные условия и параметры
 - 4.4.3. Периодический мониторинг
 - 4.4.4. Непрерывный мониторинг
 - 4.4.5. Мониторинг выбросов в атмосферный воздух
 - 4.4.6. Мониторинг сбросов в водные объекты
 - 4.5. Проведение планово-предупредительного ремонта и технического обслуживания оборудования и техники
 - 4.6. Управление отходами
 - 4.7. Управление водными ресурсами

- 4.8. Снижение уровней физического воздействия
- 4.9. Рекультивация нарушенных земель
- 5. Техники, которые рассматриваются при выборе наилучших доступных техник
 - 5.1. Внедрение систем автоматизированного контроля и управления в технологическом процессе
 - 5.1.1. Автоматизированные системы управления горнотранспортным оборудованием
 - 5.1.2. Автоматизированные системы управления технологическим процессом
 - 5.2. НДТ в области энерго- и ресурсосбережения
 - 5.2.1. Применение частотно-регулируемого привода на различном оборудовании (конвейерное, вентиляционное, насосное и т. д.)
 - 5.2.2. Применение энергосберегающих осветительных приборов
 - 5.2.3. Применение электродвигателей с высоким классом энергоэффективности
 - 5.2.4. Применение устройств компенсации реактивной мощности, а также фильтро-компенсирующих устройств, для фильтрации высших гармоник и компенсации реактивной мощности в электрических сетях предприятий
 - 5.2.5. Применение современных теплоизоляционных материалов на высокотемпературном оборудовании
 - 5.2.6. Рекуперация тепла из теплоты отходящего процесса
 - 5.2.7. Применение неформованных огнеупорных материалов для футеровки обжиговых машин
 - 5.3. НДТ для технологических процессов открытой и подземной добычи, обогащения и производства окатышей
 - 5.3.1. НДТ производственного процесса добычи руд
 - 5.3.2. НДТ производственного процесса обогащения руд
 - 5.3.3. НДТ для процесса производства окатышей
 - 5.3.4. НДТ, направленные на сокращение и (или) предотвращение выбросов при проведении буровых работ в карьерах и шахтах
 - 5.3.5. НДТ, направленные на сокращение и (или) предотвращение выбросов при проведении взрывных работ на карьерах и шахтах
 - 5.3.6. НДТ, направленные на сокращение и (или) предотвращение неорганизованных выбросов при транспортировке, погрузочно-разгрузочных операциях
 - 5.3.7. НДТ, направленные на сокращение и (или) предотвращение неорганизованных выбросов при хранении руд и продуктов их переработки
 - 5.3.8. НДТ, направленные на сокращение и (или) предотвращение выбросов пыли от организованных источников выбросов
 - 5.3.9. НДТ, направленные на сокращение и (или) предотвращение выбросов SO₂ от организованных источников выбросов

5.3.10. НДТ, направленные на сокращение и (или) предотвращение выбросов NOx от организованных источников выбросов

5.3.11. НДТ, направленные на сокращение и (или) предотвращение выбросов CO от организованных источников выбросов

5.3.12. НДТ, направленные на предотвращение и снижение сбросов сточных вод

5.3.13. НДТ, направленные на управление и сокращение воздействия производственных отходов

6. Заключение, содержащее выводы по наилучшим доступным техникам

6.1. Общие НДТ

6.1.1. Система экологического менеджмента

6.1.2. Управление энергопотреблением

6.1.3. Управление процессами

6.1.4. Мониторинг выбросов

6.1.5. Мониторинг сбросов

6.1.6. Шум

6.1.7. Запах

6.2. Неорганизованные выбросы

6.3. Организованные выбросы

6.3.1. Выбросы пыли

6.3.2. Выбросы диоксида серы

6.3.3. Выбросы оксидов азота

6.3.4. Выбросы оксида углерода

6.4. Управление водопользованием, удаление и очистка сточных вод

6.5. Управление отходами

6.6. Требования по ремедиации

7. Перспективные техники

7.1. Перспективные техники в области добычи железных руд открытым и подземным способом

7.1.1. Беспилотная техника

7.1.2. Беспилотные тяговые агрегаты

7.1.3. Автосамосвалы на альтернативных источниках энергии

7.1.4. Автоматизированная система управления буровыми работами и зарядными машинами

7.1.5. Применение систем высокоточного позиционирования ковша для забойных экскаваторов

7.1.6. Применение беспилотных летательных аппаратов для производства маркшейдерских работ

7.1.7. Автоматизация процессов добычных работ в подземных условиях

7.1.8. Высокопроизводительная проходка горных выработок

- 7.1.9. Использование сплавов и износостойких материалов
- 7.1.10. Автоматизированный аппаратный контроль состояния ствола, подъемных сосудов, канатов
- 7.1.11. Интеллектуальный карьер
- 7.1.12. Цифровизация управления процессами железнодорожной перевозки горной массы
- 7.2. Перспективные техники в области обогащения
 - 7.2.1. Флотация хромитовых шламов(отходы)
 - 7.2.2. Рудосортировка руды с забалансовым содержанием
- 7.3. Перспективные техники в области производства окатышей
 - 7.3.1. Технология по производству железа прямого восстановления
 - 7.3.2. Использование бионефти при производстве окатышей
- 7.4. Перспективные техники предотвращения и (или) сокращения выбросов
 - 7.4.1. Сухая система газоочистки с вдуванием адсорбента MEROS
 - 7.4.2. Использование керамических фильтров для снижения выбросов твердых частиц и оксидов азота в газовых потоках
 - 7.4.3. Технология САТОХ
 - 7.4.4. Мультивихревые гидрофильтры (МВГ)
 - 7.4.5. Закрепление пылящих поверхностей хвостохранилищ путем нанесения на поверхность меловой суспензии с последующей обработкой ее разбавленным раствором серной кислоты
 - 7.4.6. Сгущение пульпы в сгустителях высокой производительности SUPAFLO
- 8. Дополнительные комментарии и рекомендации
- Библиография

Список схем/рисунков

- Рисунок 1.1. Инвестиции в недропользование по различным видам металлов
- Рисунок 1.2. Основные источники и виды загрязнения атмосферы при производстве горных работ
- Рисунок 1.3. Потоки вод в зоне дамбы хвостохранилища, где нет плотного основания
- Рисунок 3.1. Схема основных технологических процессов горнодобывающего предприятия
- Рисунок 3.2. Схема технологического процесса открытых горных работ
- Рисунок 3.3. Удельные выбросы пыли при открытой добыче на тонну добываемой горной массы (г/т)
- Рисунок 3.4. Снятие ПСП
- Рисунок 3.5. Параметры наклонной траншеи
- Рисунок 3.6. Буровые станки, используемые на карьерах

- Рисунок 3.7. Транспортировка руды
- Рисунок 3.8. Принципиальная схема работы дробилки
- Рисунок 3.9. Щековая дробилка ЩДП 15х21
- Рисунок 3.10. Схемы одностадиального дробления
- Рисунок 3.11. Традиционная схема циркуляции воды
- Рисунок 3.12. Удельные выбросы пыли при подземной добыче, г/т
- Рисунок 3.13. Комплекс проходческий КПВ-4А
- Рисунок 3.14. Классификация комплекса рабочих процессов при производственной стадии очистных работ
- Рисунок 3.15. Конструкция комбинированного крепления горных выработок
- Рисунок 3.16. Внешний вид машин для крепления выработок анкерами
- Рисунок 3.17. Внешний вид, применяемых на рудниках буровых станков (а – НКР-100, б – Sandvik DL-431-7C SOLO) и телескопных перфораторов (в – ПТ-38; г – ПТ-48)
- Рисунок 3.18. Внешний вид скреперных лебедок
- Рисунок 3.19. Внешний вид транспортно-доставочных погрузочных машин
- Рисунок 3.20. Насосная камера шахтного водоотлива
- Рисунок 3.21. Типы применяемых вентиляторов местного проветривания на рудниках
- Рисунок 3.22. Технологическая схема обогащения магнетитовых руд
- Рисунок 3.23. "Удельные выбросы пыли (г/т) при обогащении"
- Рисунок 3.24. Обобщающая схема технологического процесса обогащения
- Рисунок 3.25. Мельничное оборудование
- Рисунок 3.26. Тяжелосредный сепаратор
- Рисунок 3.27. Центробежный гидроконцентратор
- Рисунок 3.28. Магнитный сепаратор
- Рисунок 3.29. Технологическая схема производства окатышей
- Рисунок 3.30. Удельные выбросы пыли (г/т) при производстве окатышей
- Рисунок 3.31. Обобщенная схема движения шламов фабрик окомкования
- Рисунок 5.1. Сравнение обычного электродвигателя с энергоэффективным
- Рисунок 5.2. Грохот Stack Sizer
- Рисунок 5.3. Схема грохота
- Рисунок 5.4. Схема измельчения и принципиальное устройство вертикальной мельницы
- Рисунок 5.5. Описание комплектующих мельницы Vertimill
- Рисунок 5.6. Дробильно-сортировочный комплекс
- Рисунок 5.7. Тяжелосредный колесный сепаратор
- Рисунок 5.8. Барабанный сепаратор типа ПБМ [19]
- Рисунок 5.9. Барабанный сепаратор ПБСЦ-63/50 для сухого обогащения руд [20]
- Рисунок 5.10. Магнитный дешламатор МД-9АК [22]

Рисунок 5.11. Сгуститель высокой степени сжатия [23]

Рисунок 5.12. Внешний вид сепаратора

Рисунок 5.13. Комплекс винтовых сепараторов

Рисунок 5.14. Кольцевой охладитель окатышей

Рисунок 5.15. Оборудование, установленное в кабине бурового станка и интерфейс программы

Рисунок 5.16. Движение воздушно–водяной смеси при мокром методе пылеподавлении

Рисунок 5.17. Схема движения воды при мокром бурении скважин и шпуров ручными перфораторами

Рисунок 5.18. Схема пылеулавливающей установки

Рисунок 5.19. Модель движения воздушно–пылевой смеси в укрытии при использовании полок

Рисунок 5.20. Отклоняющие пылевой поток полки в ограждении

Рисунок 5.21. Генератор тумана, используемый для снижения пыли в забое

Рисунок 5.22. Воздухоочистительная установка, размещенная на сопряжении у устья выработки по ходу вентиляционной струи

Рисунок 5.23. Воздухоочистительная установка, размещенная в забое выработки

Рисунок 5.24. Типичная скважина, подготовленная к проведению взрыва

Рисунок 5.25. Конвейера транспортировки руды комплекса ЦПТ слева АО " Михайловский ГОК" и справа АО "Лебединский ГОК"

Рисунок 5.26. Схема горизонтальной осадительной системы

Рисунок 5.27. Жалюзийный пылеотделитель

Рисунок 5.28. Базовая схема устройства циклона

Рисунок 5.29. Радиальный мокрый скруббер

Рисунок 5.30. Скруббер Вентури

Рисунок 5.31. Схема устройства электрофильтра (показаны только две зоны)

Рисунок 5.32. Конструкция рукавного фильтра

Рисунок 5.33. Схема установки для очистки продуктов сгорания от SO известняковым методом:

Рисунок 5.34. Схема установки для очистки продуктов сгорания от SO известняковым методом:

Рисунок 5.35. Низкоэмиссионные горелки Ferroflame™ LowNOx

Рисунок 5.36. Схематичное изображение системы СКВ

Рисунок 5.37. Схема установки медно-аммиачной очистки газов [49]

Рисунок 5.38. Схема установки для очистки газов от оксида углерода реакцией водяного газа

Рисунок 5.39. Некаталитическое дожигание CO

Рисунок 5.40 Каталитическое дожигание CO

- Рисунок 5.41. Горизонтальный отстойник
- Рисунок 5.42. Конструкция вертикального отстойника
- Рисунок 5.43. Схема песчаного фильтра
- Рисунок 5.44. Схема процессов коагуляции и флокуляции
- Рисунок 5.45. Рамные пресс-фильтры
- Рисунок 5.46. Керамический вакуум-фильтр
- Рисунок 5.47. Диаграмма использования вяжущих (а) и инертных материалов (б) в закладочных работах (%)
- Рисунок 5.48. Первый этап рекультивации
- Рисунок 5.49. Второй этап рекультивации
- Рисунок 5.50. Третий этап рекультивации
- Рисунок 7.1. Мировой опыт внедрения беспилотных технологий
- Рисунок 7.2. Схема управления беспилотными автосамосвалами
- Рисунок 7.3. Кабина оператора беспилотного БЕЛАЗа
- Рисунок 7.4. Карьерный самосвал Siemens – троллейвоз
- Рисунок 7.5. 3D-проект карьерного самосвала БЕЛАЗ на аккумуляторных батареях
- Рисунок 7.6. 3D-проект дизель-троллейвоза БЕЛАЗ
- Рисунок 7.7. Схема АСУ буровыми работами
- Рисунок 7.8. Схема автоматизированной системы высокоточного позиционирования ковша экскаватора
- Рисунок 7.9. Беспилотный летательный аппарат на карьере
- Рисунок 7.10. Система автоматизированного мониторинга каната
- Рисунок 7.11. Резервуар для хранения биомасла на заводе LKAB по производству железорудных окатышей в Мальмбергете [65]
- Рисунок 7.12. Установка Meros от Primetals Technologies на voestalpine Stahl GmbH в Линце, Австрия [66]
- Рисунок 7.13. Принципиальная схема САТОХ
- Рисунок 7.14. Схема устройства МВГ
- Рисунок 7.15. Диспергирующая решетка и схема движения газа над диспергирующей решеткой
- Список таблиц
- Таблица 1.1. Производство промышленной продукции в натуральном выражении
- Таблица 1.2. Основные месторождения железных и хромовых руд и перечень эксплуатирующих их предприятий
- Таблица 1.3. Действующие крупнейшие объекты по добыче руды, по сроку эксплуатации, по производственным мощностям в Республике Казахстан
- Таблица 1.4. Действующие крупнейшие объекты по обогащению руды и производству окатышей, сроку эксплуатации, по производственным мощностям в Республике Казахстан

Таблица 1.5. Воздействие на окружающую среду горнодобывающего предприятия на разных этапах деятельности

Таблица 2.1. Ориентировочные справочные значения осуществимости инвестиций в охрану окружающей среды .

Таблица 2.2. Ориентировочные справочные затраты на внедрение технологии из расчета на единицу массы загрязняющего вещества

Таблица 3.1. Выбросы пыли в атмосферный воздух (по данным КТА)

Таблица 3.2. Общие сведения о технологии отработки и типах применяемого оборудования на карьерах по добыче руд черных металлов

Таблица 3.3. Выбросы пыли в атмосферный воздух при вскрышных и добычных работах (по данным КТА)

Таблица 3.4. Технические решения для контроля выбросов загрязняющих веществ (по данным КТА), используемые на предприятиях

Таблица 3.5. ВВ, используемые на действующих карьерах по добыче руд черных металлов в Республике Казахстан (по данным КТА).

Таблица 3.6. Выбросы пыли в атмосферный воздух при проведении буровзрывных работ (по данным КТА)

Таблица 3.7. Выбросы окислов азота в атмосферный воздух (по данным КТА)

Таблица 3.8. Выбросы оксида углерода в атмосферный воздух (по данным КТА)

Таблица 3.9. Общие сведения о технологии отработки и типах применяемого оборудования на карьерах по добыче руд черных металлов

Таблица 3.10. Выбросы пыли в атмосферный воздух (по данным КТА)

Таблица 3.11. Дробильно-сортировочные комплексы на действующих карьерах по добыче металлических руд в Республике Казахстан

Таблица 3.12. Подземные дробильные комплексы первичного дробления руды на горнодобывающих предприятиях Республики Казахстан.

Таблица 3.13. Отходы при открытой добыче железных руд.

Таблица 3.14. Валовые сбросы и удельные значения основных загрязняющих веществ при добыче железных руд открытым способом (по данным КТА)

Таблица 3.15. Российские технологические показатели загрязняющих веществ в сбросах в водные объекты

Таблица 3.16. Текущие объемы потребления энергетических ресурсов (по данным КТА) при проведении вскрышных и добычных работ

Таблица 3.17. Единая классификация систем подземной разработки рудных месторождений

Таблица 3.18. ВВ, используемые на действующих рудниках по добыче руд черных металлов в Республике Казахстан.

Таблица 3.19. Выбросы пыли в атмосферный воздух (по данным КТА)

- Таблица 3.20. Выбросы окислов азота в атмосферный воздух при буровзрывных работах (по данным КТА)
- Таблица 3.21. Выбросы оксидов углерода в атмосферный воздух при буровзрывных работах (по данным КТА)
- Таблица 3.22. Выбросы пыли в атмосферный воздух (по данным КТА)
- Таблица 3.23. Способы поддержания очистного пространства
- Таблица 3.24. Валовые сбросы и удельные значения основных загрязняющих веществ при добыче железных руд подземным способом (по данным КТА)
- Таблица 3.25. Технологические показатели загрязняющих веществ в сбросах в водные объекты согласно ИТС 25 – 2021
- Таблица 3.26. Технические решения для контроля и предотвращения выбросов загрязняющих веществ (по данным КТА)
- Таблица 3.27. Отходы производства при подземной добыче железных руд, их применение и методы размещения
- Таблица 3.28. Текущие объемы потребления энергетических ресурсов
- Таблица 3.29. Схемы размола на действующих фабриках горнодобывающих предприятиях Республик Казахстан (по данным КТА).
- Таблица 3.30. Основное оборудование, используемое при дроблении, измельчении, классификации (по данным КТА)
- Таблица 3.31. Выбросы пыли в атмосферный воздух при дроблении, измельчении, классификации (по данным КТА)
- Таблица 3.32. Методы обогащения, оборудование и выход ценных компонентов на действующих в Республике Казахстан обогатительных фабриках
- Таблица 3.33. Выбросы пыли в атмосферный воздух (по данным КТА)
- Таблица 3.34. Основное оборудование, используемое при обезвоживании, сушке и обеспыливании
- Таблица 3.35. Выбросы пыли в атмосферный воздух (по данным КТА)
- Таблица 3.36. Выбросы окислов азота в атмосферный воздух (по данным КТА)
- Таблица 3.37. Выбросы углерода оксида в атмосферный воздух (по данным КТА)
- Таблица 3.38. Выбросы серы диоксида в атмосферный воздух (по данным КТА)
- Таблица 3.39. Технические решения для контроля выбросов пыли (по данным КТА)
- Таблица 3.40. Показатели образования, примеры применения и размещения основных производственных
- Таблица 3.41. Потребление электрической энергии на предприятиях Республики Казахстан
- Таблица 3.42. Текущие объемы потребления водных, сырьевых и энергетических ресурсов (по данным КТА)
- Таблица 3.43. Требования к концентрату, подаваемому на окомкование

Таблица 3.44. Оборудование, применяемое на действующих фабриках для подготовки шихты (по данным КТА)

Таблица 3.45. Выбросы пыли в атмосферный воздух (по данным КТА)

Таблица 3.46. Выбросы пыли в атмосферный воздух (по данным КТА)

Таблица 3.47. Параметры технологических зон обжиговых машин на предприятии А

Таблица 3.48. Оборудование, применяемое на действующих фабриках для термической обработки окатышей (по данным КТА).

Таблица 3.49. Данные по выбросам загрязняющих веществ пыли, NO, SO, CO при производстве окатышей

Таблица 3.50. Технические решения для контроля выбросов пыли (по данным КТА)

Таблица 3.51. Выбросы пыли в атмосферный воздух при сортировке, складировании, транспортировке, отгрузке готовых обожженных окатышей (по данным КТА).

Таблица 3.52. Потребление котельно-печного топлива на предприятиях Казахстана

Таблица 3.53. Текущие объемы потребления энергетических ресурсов (по данным КТА)

Таблица 4.1. Перечень загрязняющих веществ, подлежащих производственному мониторингу

Таблица 5.1. Технические характеристики вертикальных мельниц

Таблица 5.2. Влияние подпорной стенки на показатели взрывания пород

Таблица 5.3. Расход солей для гидрозабойки при отрицательных температурах воздуха

Таблица 5.4. Параметры циклонов ЦН-11, ЦН-15, ЦН-24

Таблица 5.5. Эффективность очистки газа в циклоне

Таблица 5.6. Эффективность очистки и уровни выбросов, связанные с использованием электрофильтров [37]

Таблица 5.7. Сравнение различных систем рукавных фильтров

Таблица 5.8. Эксплуатационные затраты для сухой и мокрой технологии очистки газообразных выбросов [37].

Таблица 5.9. Использование отходов горнодобывающей промышленности в отраслях

Таблица 6.1. Технологические показатели выбросов пыли в процессах, связанных с дроблением, классификацией (грохочением), транспортировкой и хранением достигаются применением одной и/или нескольких нижеперечисленных техник

Таблица 6.2. Технологические показатели выбросов пыли при обогащении руды (сушка концентрата) и производстве окатышей (обжиг окатышей)

Таблица 6.3. Технологические показатели выбросов SO₂ при производстве окатышей (обжиг окатышей)

Таблица 7.1. Результаты РРС забалансовых руд месторождения Хромтау (Донской ГОК) и бедных руд месторождения Рай-Из

Глоссарий

Настоящий глоссарий предназначен для облегчения понимания информации, содержащейся в настоящем справочнике по наилучшим доступным техникам "Добыча и обогащение железных руд (включая прочие руды черных металлов)" (далее – справочник по НДТ). Определения терминов в этом глоссарии не являются юридическими определениями (даже если некоторые из них могут совпадать с определениями, приведенными в нормативных правовых актах Республики Казахстан).

Глоссарий представлен следующими разделами:

- термины и их определения;
- аббревиатуры и их расшифровка.

Термины и их определения

В настоящем справочнике по НДТ используются следующие термины:

комбинированная разработка	–	разработка месторождения полезных ископаемых с применением подземных и открытых горных выработок;
открытая разработка	–	разработка месторождения полезных ископаемых с применением открытых горных выработок;
справочник по наилучшим доступным техникам	–	документ, являющийся результатом соответствующего обмена информацией между заинтересованными сторонами, разработанный для определенных видов деятельности и включающий уровни эмиссий, объемов образования, накопления и захоронения основных 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;
подземная разработка	–	разработка месторождения полезных ископаемых с применением подземных горных выработок;

бестранспортная система разработки	—	система, при которой отсутствует какой-либо вид транспорта, а перемещение вскрышных пород осуществляется самим выемочным оборудованием и применяется при отработке относительно пологозалегающих залежей при небольшой мощности покрывающих пород;
воздействие на окружающую среду	—	любое отрицательное или положительное изменение в окружающей среде, полностью или частично являющееся результатом экологических аспектов организации;
карьер	—	производственная единица горного предприятия, осуществляющая добычу полезных ископаемых открытыми горными работами;
квершлаг	—	горизонтальная или наклонная выработка, не имеющая непосредственного выхода на земную поверхность и проведенная по вмещающим породам вкрест простирания или под некоторым углом к линии простирания месторождения и используемая для транспортирования полезного ископаемого, вентиляции, передвижения людей, водоотлива, для прокладки электрических кабелей и линий связи;
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.).
		котел, использующий (утилизирующий) теплоту

котел-утилизатор	—	<p>отходящих газов различных технологических установок - дизельных или газотурбинных установок, обжиговых и сушильных барабанных печей, вращающихся и туннельных технологических печей;</p> <p>огнеупоры, изготовленные без определенных форм и размеров в виде кусковых, порошковых и волокнистых материалов, а также паст и суспензий;</p>
неформованные огнеупоры	—	<p>совокупность окружающих человека условий, веществ и объектов материального мира, включающая в себя природную среду и антропогенную среду;</p>
окружающая среда	—	<p>наиболее значимые для конкретного вида производства или технологического процесса отходы, с помощью которых возможно оценить значение основного негативного воздействия на окружающую среду;</p>
основные производственные отходы	—	<p>единица измерения, используемая для определения энергетической емкости производственного (технологического) процесса;</p>
удельный расход потребления ТЭР	—	<p>термин 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.</p>
анализ жизненного цикла	—	<p>возвращение части материала или энергии, расходуемых при проведении того или иного технологического процесса, для повторного использования в том же процессе;</p>
рекуперация	—	

технологические показатели	—	<p>уровни эмиссий, связанные с применением наилучших доступных техник, выраженные в виде предельного количества (массы) маркерных загрязняющих веществ на единицу объема эмиссий (мг/Нм³, мг/л) и (или) количества потребления электрической и (или) тепловой энергии, иных ресурсов в расчете на единицу времени или единицу производимой продукции (товара), выполняемой работы, оказываемой услуги, 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;</p>
тонна условного топлива (т.у.т.)	—	<p>единица измерения энергии, равная 29,3 ГДж, определяется как количество энергии, выделяющееся при сгорании 1 тонны каменного угля;</p>
шахта	—	<p>производственная единица горного предприятия, осуществляющая добычу полезных ископаемых подземными горными работами;</p>
шахтный ствол	—	<p>вертикальная, реже наклонная выработка, имеющая непосредственный выход на земную поверхность и предназначенная для обслуживания подземных работ в пределах шахтного поля, его крыла или блока;</p>
штольня	—	<p>вскрывающая горная выработка, пройденная с поверхности к месторождению и предназначенная для транспортирования полезного ископаемого или вспомогательных целей;</p> <p>горизонтальная или с углом наклона обычно не более 3° выработка, не имеющая непосредственного выхода на</p>

штрек	—	земную поверхность и проведенная по простиранию наклонно залегающего месторождения полезного ископаемого или в любом направлении - при горизонтальном его залегании;
экологическое разрешение	—	документ, удостоверяющий право индивидуальных предпринимателей и юридических лиц на осуществление негативного воздействия на окружающую среду и определяющий экологические условия осуществления деятельности;
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.

Аббревиатуры и их расшифровка

Аббревиатура	Расшифровка
АСУ	автоматизированные системы управления
АСМ	автоматизированная система мониторинга
АО	акционерное общество
ПАВ	поверхностно-активные вещества
ЗСМК	Западно-Сибирский металлургический комбинат
АСДТ	смесь аммиачной селитры с дизельным топливом
ЕС	Европейский союз
СУОТ	система управления охраной труда
НДТ	наилучшая доступная техника
ППР	планово-предупредительный ремонт
ВВ	взрывчатое вещество
ГСМ	горюче-смазочные материалы
ЧРП	частотно-регулируемый привод
ТОО	товарищество с ограниченной ответственностью
ТЭ	тепловая энергия
ТЭЦ	теплоэлектроцентраль
ДВС	двигатель внутреннего сгорания
КТА	комплексный технологический аудит
СУОС	система управления охраной окружающей среды
КГОК	Качканарский горно-обогатительный комбинат

ПСП	плодородный слой почвы
ГВУ	главные вентиляторные установки
НПА	нормативно-правовые акты
НЛМК	Новолипецкий металлургический комбинат
ЮАР	Южно-Африканская Республика
ЮГОК	Южный горно-обогатительный комбинат
ТЭР	топливно-энергетические ресурсы
ЦГОК	Центральный горно-обогатительный комбинат
КПД	коэффициент полезного действия
ПХДД/Ф	полихлорированные дибензопарадиоксины и дибензофураны
УКРМ	устройство компенсации реактивной мощности
СКВ	селективное каталитическое восстановление
СНКВ	селективное некаталитическое восстановление
СУЭК	сибирская угольная энергетическая компания
СМК	система менеджмента качества
ССГПО	Соколовско-Сарбайское горно-обогатительное производственное объединение
ГОК	горнообогатительный комбинат
ДГД	десульфуризация дымовых газов
ЛОС	летучие органические соединения, не относящиеся к метану
ЦПТ	циклично-поточные технологии
ПДК	предельно-допустимая концентрация
ПДВ	предельно-допустимый выброс
ЭВВ	эмульсионное взрывчатое вещество
СЭМ	система экологического менеджмента
СЭнМ	система энергетического менеджмента
ЭНК	экологический норматив качества
LKAB	Luossavaara-Kiirunavaara AB (шведская горнодобывающая компания)

Предисловие

Краткое описание содержания справочника по НДТ: взаимосвязь с международными аналогами

Справочник по НДТ разработан в целях реализации Экологического кодекса Республики Казахстан (далее - Экологический кодекс).

Разработка справочника НДТ проводилась в соответствии с Правилами разработки, применения, мониторинга и пересмотра справочников по наилучшим доступным техникам, утвержденных Постановлением Правительства Республики Казахстан от 28 октября 2021 года № 775 (далее – Правила).

При разработке справочника по НДТ учтен наилучший мировой опыт и аналогичные и сопоставимые справочные документы по НДТ (Best Available Techniques Reference Document for Iron And Steel Production [1], Best Available Techniques Reference Document for the Non-Ferrous Metals Industries [2], Best Available Techniques Reference Document for the Management of Waste from Extractive Industries [3] , официально применяемые в государствах, являющихся членами Организации экономического сотрудничества и развития, с учетом необходимости обоснованной адаптации к климатическим, экономическим, экологическим условиям и сырьевой базе Республики Казахстан, обуславливающим техническую и экономическую доступность НДТ в области применения.

Область применения справочника по НДТ, технологические процессы, оборудование, технические способы, методы в качестве НДТ для конкретной области применения, отнесение техники к НДТ, а также технологические показатели, связанные с применением одной или нескольких в совокупности НДТ для технологического процесса определены технической рабочей группой по разработке справочника по НДТ "Добыча и обогащение железных руд (включая прочие руды черных металлов)".

Текущее состояние эмиссий в атмосферу от промышленных предприятий по добыче и обогащению железных руд (включая прочие руды черных металлов) составляет порядка 21 600 тонн в год. Готовность предприятий по добыче и обогащению железных руд (включая прочие руды черных металлов) к переходу на принципы НДТ составляет порядка 70 % при несоответствии уровням эмиссий, установленных в сопоставимых справочных документах ЕС.

При переходе на принципы НДТ прогнозируемое сокращение эмиссий в окружающую среду составит 70 %, или снижения порядка 15 000 тонн в год.

Предполагаемый объем инвестиций 20 млрд тенге. 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

В целях разработки справочника по НДТ информация об уровнях выбросов, сбросах, образовании отходов, технологических процессах, оборудовании, технических способах, методах, применяемых при добыче и обогащении руд черных металлов в Республике Казахстан была собрана в процессе проведения КТА, правила проведения которого включаются в Правила. Перечень объектов для прохождения КТА утвержден

технической рабочей группой по разработке справочника по НДТ "Добыча и обогащение железных руд (включая прочие руды черных металлов)".

Взаимосвязь с другими справочниками по НДТ

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

Справочник по НДТ имеет взаимосвязь с:

№ п/п	Наименование справочника по НДТ	Связанные процессы
1	2	3
1	Сжигание топлива на крупных установках с целью производства энергии	Сжигание топлива в процессе обогащения руд и производства окатышей
2	Энергетическая эффективность при осуществлении хозяйственной и иной деятельности	Процессы потребления тепловой и электрической энергии
3	Добыча и обогащение руд цветных металлов (включая драгоценные)	Процессы добычи и подготовки руд
4	Производство чугуна и стали	Процессы подготовки сырья

Область применения

В соответствии с приложением 3 Экологического кодекса настоящий Справочник по НДТ распространяется на следующие основные виды деятельности:

добыча и обогащение железных руд.

Справочник по НДТ распространяется на производственные процессы добычи и обогащения руд черных металлов (железные руды, хромовые руды), в том числе:

открытая добыча руд черных металлов;
подземная добыча руд черных металлов;
обогащение руд черных металлов;
производство окатышей.

Справочник по НДТ охватывает сопутствующие производственному процессу:

методы предотвращения и сокращения эмиссий и образования отходов;

методы обращения со вскрышными породами, карьерный и сточный водоотлив, рудничная вентиляция;

хранение и транспортировка сырья, продукции, пустой породы и хвостов обогащения;

методы рекультивации земель.

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

Справочник не распространяется на

добычу и обогащение марганцевых и ванадиевых руд;

производство черных металлов;
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 при добыче и обогащении руд черных металлов экологически безопасными техниками, а также решениями проблем утилизации различных видов отходов или комплексным использованием техногенных отходов.

Аспекты управления отходами на производстве в настоящем справочнике по НДТ рассматриваются только в отношении отходов, образующихся в ходе основного и вспомогательного технологического процесса.

Принципы применения

Статус документа

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

Определение НДТ осуществляется для отраслей (областей применения НДТ) на основе ряда международных принятых критериев:

- применение малоотходных технологических процессов;
- высокая ресурсная и энергетическая эффективность производства;
- рациональное использование воды, создание водооборотных циклов;

- предотвращение загрязнения, отказ от использования (или минимизация применения) особо опасных веществ;

- организация повторного использования веществ и энергии (там, где это возможно);
- экономическая целесообразность (с учетом инвестиционных циклов, характерных для отраслей применения НДТ).

Положения, обязательные к применению

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

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

На основании заключения по НДТ, операторами объектов разрабатывается программа повышения экологической эффективности, направленная на достижение уровня технологических показателей, утвержденных в заключениях по НДТ.

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 о добыче и обогащении руд черных металлов, о структуре отрасли, используемых промышленных процессах и технологиях по добыче и обогащению руд черных металлов.

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 добыче и обогащению руд черных металлов 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

Настоящий раздел справочника по НДТ содержит общую информацию о конкретной области применения, включая описание горнодобывающей и горно-обогачительной отрасли Республики Казахстан, 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.

1.1. Структура и технологический уровень отрасли

В Республике Казахстан горнодобывающая и горно-обогачительная отрасль является одной из важнейших и стратегических отраслей экономики ввиду того, что она нацелена на поставку сырья для дальнейшего производства продукции, необходимых в различных секторах экономики страны.

Сырьевая база черной металлургии располагает достаточными запасами, разработка которых способна не только обеспечить эффективную работу металлургических предприятий республики (АО "АрселорМиттал Темиртау" Актюбинский и Аксуский ферросплавный заводы), но и осуществлять поставку их продукции на экспорт.

В зависимости от условий залегания рудных месторождений и мощности залежей их разработку осуществляют открытым (карьеры), подземным (рудники или шахты) или комбинированным открыто-подземным способами. В настоящее время открытым способом добывается около 70 % руд черных и цветных металлов. Подземным способом разрабатывают месторождения на глубинах до 3 – 4 км. Залегание полезного ископаемого на большой глубине, сложный рельеф поверхности, особые климатические условия - основные факторы, которые являются решающими при выборе подземного способа разработки. Комбинированный способ применяют при разработке, как правило, мощных крутых глубоко залегающих месторождений, перекрытых сравнительно небольшой толщей наносов. На некоторых месторождениях применяется комбинированный способ добычи.

По подтвержденным запасам железных руд Республика Казахстан занимает 5, а по их качеству 3 место в мире. Балансовые запасы железных руд составляют около 20 млрд тонн, из них 79 % сосредоточено в Торгайском железорудном районе (Костанайская область). Среднее содержание железа в рудах составляет 39,1 %.

По общим запасам и качеству хромовых руд Республика Казахстан занимает 1 место в мире. Балансовые запасы хромовых руд составляют 362,7 млн тонн. Они сосредоточены в хромитовых месторождениях, расположенных в юго-восточной части Кемпирсайского ультрабазитового массива (Актюбинская область). Однако по качеству руд Республика Казахстан уступает основным мировым производителям. Большая доля запасов низкого качества является основной причиной того, что в эксплуатацию на настоящий момент вовлечены только 35 % разведанных запасов.

Важнейшим фактором размещения предприятий по добыче и обогащению руд черных металлов обычно является близость к источнику сырья – руде. Размещение фабрик по обогащению и производству окатышей осуществляется в первую очередь вблизи источников сырья и дешевой электроэнергии, а также имеющихся производственных мощностей, инфраструктуры и квалифицированных трудовых ресурсов.

Согласно данным Бюро национальной статистики Агентства по стратегическому планированию и реформам Республики Казахстан (далее – БНС АСПР РК) за 2020 год в горнодобывающей отрасли в натуральном выражении было произведено следующее количество основной промышленной продукции, указанное в таблице ниже [4].

Таблица 1.1. Производство промышленной продукции в натуральном выражении

		Произведено продукции, тыс. тонн.	Изменение объема промышленной

№ п/п	Наименование продукции	2020	2019	продукции из натуральных показателей, 2020 г. в % к 2019 году
1	2	3	4	5
1	Руды железные	62 865,0	62 975,2	99,8
2	Концентраты железорудные	12 673,2	11 642,9	108,8
3	Агломерат железорудный	5 751,1	5 551,1	103,6
4	Окатыши железорудные	4 814,3	5458,4	88,2
5	Руды хромовые	6 326,4	7 018,9	90,1
6	Концентраты хромовые	4 129,3	5 133,1	80,4

Представленная в таблицах № 1.2 и 1.3 информация отражает состояние отрасли с учетом сроков эксплуатации производственных мощностей предприятий по добыче железной и хромовой руды, их географическому расположению, фактической и проектной мощности, видам и объемам выпускаемой продукции.

Таблица 1.2. Основные месторождения железных и хромовых руд и перечень эксплуатирующих их предприятий

№ п/п	Предприятие, структурное подразделение / месторождение	Основной тип руды	Способ отработки	Общие утвержденные запасы месторождения А+В+С ₁ , млн т	Среднее содержание железа/ хрома в руде, %	Добыча в 2019 г., тыс. т
1	2	3	4	5	6	7
1	АО "ССГПО"					
1.1	Соколовский карьер/ Соколовское"	Магнетитовые	Открытый	1 008,6	40,9	5 991,8
1.2	Качарский карьер/ Качарское"	Магнетитовые	Открытый	2 168,6	38,2	12 985,0
1.3	Куржункульский карьер/ Куржункульское"	Магнетитовые	Открытый	109,6	44,4	3 281,0
1.4	Сарбайский карьер/ Сарбайское"	Магнетитовые	Открытый	865,5	40,4	7 400,4

1.5	Шахта "Соколовская"/ "Соколовское"	"Магнетитовые"	Подземный	224,1	40,9	1 861,9
2	ТОО "Оркен", железорудный департамент АО "АрселорМиттал Темиртау"					
2.1	Лисаковский филиал/ "Лисаковское"	Бурые железняки, оолитовые	Открытый	1 728,2	35,4	2 344,5
2.2	"Оркен-Кентобе"/ "Кентобе"	Магнетитовые	Открытый	136,8	47,7	530,9
2.3	"Оркен-Атансор"/ "Атансор"	Магнетит-мартиновые	Открытый	45,5	40,0	1 738,9
2.4	"Оркен-Атасу"/ "Западный Каражал"	Магнетит-гематитовые	Подземный	311,6	51,2	985,2
3	ТОО "Металлтерминалсервис"					
3.1	"Шойынтас"	Гематит-магнетитовые и гематит-мартиновые	Открытый	2,0	48 – 50	Нет данных
4	ТОО "Вару Mining"					
4.1	Рудник "Бапы"/ "Бапы"	Магнетит-серпентиновые	Открытый	43,8	28,3	3 000
5	АО Горнорудная компания "Бенкала"					
5.1	Рудник "Бенкала"/ "Бенкалинское"	Магнетитовые	Открытый	27,7	57,6	-
6	АО "ТНК "Казхром"					
6.1	Рудник "Донской", карьер "Южный"/ "ХХ лет КазССР", "Геофизический 1"	Магнохромитовые	Открытый	30,6	51,9	748,3
				0,5	47,2	
6.2	Шахта "Молодежная"/ "40 лет КазССР"	Магнохромитовые, хромпикотитовые	Подземный	89,5	50,3	2 514,8
6.3	Шахта имени "10-летия Независимости Казахстана"/ "Миллионный"		Подземный	49,5	48,4	2 338,6
				287,6	51,1	
				22,7	47,0	

	Алмаз-Жемчужина", "№21", "Первомайское"	Магнетитовые		11,5	43,9	
7	ТОО "Восход-Oriel"					
7.1	рудник "Восход"/ "Восход"	Магнетитовые	Подземный	15,03	46,2	850,0

Таблица .. Действующие крупнейшие объекты по добыче руды, по сроку эксплуатации, по производственным мощностям в Республике Казахстан

№ п/п	Предприятие, структурные подразделения	Год введения	Расположение	Проектная мощность, т/год	Объем годового производства, т/год (макс.)
1	2	3	4	5	6
1	АО "ССГПО"				
1.1	Соколовский карьер	1955	Костанайская область	7 000 000	7 468 092
1.2	Шахта "Соколовская"	1975	Костанайская область	7 000 000	2 763 018
1.3	Качарский карьер	1985	Костанайская область	23 000 000	12 985 180
1.4	Куржункульский карьер	1983	Костанайская область	3 500 000	3 582 100
1.5	Сарбайский карьер	1961	Костанайская область	10 000 000	7 400 405
2	ТОО "Оркен"				
2.1	Лисаковский филиал	1969	Костанайская область	1 700 000	3 227 924
2.2	"Оркен-Кентобе"	1983	Карагандинская область	2 500 000	1 500 000
2.3	"Оркен-Атасу"	1959	Карагандинская область	2 200 000	2 400 000
		1972			
2.4	ТОО "Оркен-Атансор"	1972	Акмолинская область	1 700 000	1 045 203
3	ТОО "ТНК "Казхром"				
3.1	Рудник "Донской" карьер "Южный"	1938	Актыбинская область	700 000	748 500
3.2	Шахта имени 10-летия Независимости Казахстана"	1999	Актыбинская область	1-я очередь 3 000 000 2-я очередь 6 000 000	2 631 581
3.4	Шахта "Молодежная"	1981	Актыбинская область	2 500 000	2 500 000

4	ТОО "Восход-Oriel"				
4.1	Рудник "Восход"	2006	Актюбинская область	1 300 000	850 000

Основными используемыми методами обогащения на предприятиях в Республике Казахстан является метод магнитной сепарации (сухой и мокрый), гравитационно-магнитное обогащение с производством железорудных и хромовых концентратов и окатышей.

ССГПО, входящее в состав ERG, выпускает два вида основной товарной продукции - железорудные офлюсованные окатыши и товарный железорудный магнетитовый концентрат, которые являются сырьем для доменного производства. Содержание железа в концентрате - 66,0 %, в окатышах - 63,0 %.

Основным видом выпускаемой продукции Железорудным департаментом ТОО "Оркен" АО "АрселорМиттал Темиртау" является обогащенный железорудный концентрат с содержанием железа 55 – 56 % с поставкой готовой продукции (железорудного концентрата, обогащенной руды) основному потребителю – металлургическому заводу АО "АрселорМиттал Темиртау".

Обогатительный комплекс Донского ГОКа осуществляет переработку хромовой руды в объеме 6,0 млн тонн в год. Основной вид продукции: дробленая товарная руда, концентраты, различного класса крупности, брикеты хромовые, обожженные окатыши.

Обогатительная фабрика ТОО "Восход Хром" производит полный цикл переработки исходной руды, добытой с месторождения "Восход" с выпуском хромового концентрата с содержанием 42 – 52 %.

Представленная в таблицах № 1.4 информация отражает состояние отрасли с учетом сроков эксплуатации производственных мощностей предприятий по обогащению железной и хромовой руды и производству окатышей, их географическому расположению, фактической и проектной мощности, видам и объемам выпускаемой продукции.

Таблица 1.4. Действующие крупнейшие объекты по обогащению руды и производству окатышей, сроку эксплуатации, по производственным мощностям в Республике Казахстан

№ п/п	Предприятие, наименование объекта	Метод обогащения	Год введения	Проектная мощность, т/год	Объем годового производства	Продукция
1	2	3	4	5	6	7
1	АО "ССГПО"					
1.1	Фабрика рудоподготов		1963 г.	19 368 784	13 599 077	

	к и и обогащения (ФРПО)	Магнитный способ (сухой и мокрой)				железорудны й концентрат
1.2	Фабрика по производству окатышей (ФПО)		-	5 379 160	3 341 197	железорудные окатыши
2	ТОО "Оркен"					
2.1	Лисаковский филиал ТОО "Оркен"	гравитационн о-магнитное обогащение	1972	940 602	651 123	концентрат железной руды
2.2	Представител ьство "Оркен-Кентобе"	с у х а я магнитная сепарация	-	1 000 000	290 000	концентрат железной руды
2.3	Представител ьство "Оркен-Атасу"	с у х а я магнитная сепарация	-	2 400 000	2 265 143	концентрат
2.4	Т О О "Оркен-Атансо р"	с у х а я магнитная сепарация	2011	668 763	301 229	концентрат железной руды
3	АО "ТНК Казхром" Донской ГОК					
3.1	Дробильно-об огатительная фабрика № 1	гравитационн ые	1973	788500	397300	хромовый концентрат
3.2	Фабрика обогащения и окомкования руды		1984	975619	556700	хромовый концентрат (обогащение руды 10 – 160 мм)
				840800	636200	хромовый концентрат (обогащение руды 0 – 10 мм)
				982900	743500	окатыши хромовые

1.2. Минерально-сырьевая база

Железные руды.

Основу сырьевой базы железа образуют скарные месторождения с высококачественными магнетитовыми рудами и бурожелезняковые месторождения, сосредоточенные в Торгайском регионе Северного Казахстана. Кроме того, источником черных металлов являются месторождения Карагандинской области – Кентобе, Атасу.

По состоянию на 1 января 2017 г. государственным балансом Республики Казахстан учтены запасы железных руд по 68 объектам, из них 38 с балансовыми запасами 10,2 млрд тонн переданы недропользователям для проведения разведочных и добычных

работ. Основные балансовые запасы железных руд сосредоточены в Костанайской и Карагандинской областях. В 2016 г. ими были вовлечены в разработку объекты с запасами железных руд 5,6 млрд тонн (28 % от запасов республики) [4].

На остальных объектах с балансовыми запасами 4,6 млрд тонн осуществлялись разведочные или подготовительные к эксплуатации работы. В резерве (нераспределенный фонд) находились объекты с балансовыми запасами 9,7 млрд тонн (49 % от запасов республики) [4].

В отличие от большинства родственных железорудных предприятий стран СНГ, добывающих и перерабатывающих магнетитовые кварциты, АО "ССГПО" является единственным предприятием, у которого рудная база для производства окатышей представлена магнетитовыми скарнами.

Общая мощность рудников АО "ССГПО" по добыче сырой железной руды составляет 25 млн тонн руды в год, которую в перспективе планируется довести до 28 – 30 млн руды тонн в год за счет расширения Качарского железорудного карьера. Геологические запасы железных руд в недрах составляют 3,8 млрд тонн, в том числе промышленные в контурах карьеров – 1,3 млрд тонн. Обеспеченность Компании запасами железных руд составляет 126 лет.

Хромовые руды.

Хромиты располагаются на сравнительно небольшой площади в пределах Кемпирсайского дунит-периодитового массива в Западном Казахстане и характеризуются высоким качеством руд.

В Республике Казахстан выявлено запасов хромовых руд более 950 млн тонн. Государственным балансом запасов хромовых руд на 1 января 2017 г. Учтены 17 месторождений. 9 месторождений (с запасами 356,4 млн тонн (98 % от запасов Республики Казахстан) переданы двум недропользователям (АО "Транснациональная компания "Казхром" и ТОО "Восход-Oriel"). Ими в 2016 г. были вовлечены в отработку 7 объектов с запасами 344,8 млн тонн (95 % от запасов республики). В резерве находятся 8 объектов, в том числе 6 с балансовыми запасами.

В результате проведения геологоразведочных работ на участке Дуберсай месторождения 40 лет Казахской ССР получен прирост запасов 321 тысяч тонн. Однако, необходимого восполнения отработанных запасов хромовых руд практически не происходит.

Крупнейшая в отрасли ресурсная база Донского ГОКа – филиал АО "ТНК "Казхром" включает 211,9 млн тонн уникальной по качеству хромовой руды со средним содержанием хрома 50 % и с низким содержанием примесей. Доказанные и вероятные резервы составляют 167,4 млн тонн хромовой руды и способны обеспечить работу рудника на несколько десятков лет при текущем уровне производства, обеспечивая существенный потенциал дальнейшего расширения.

Утвержденные запасы месторождения "Восход" ТОО "Восход-Oriel" на 02.01.2018 г . - 9,7 млн тонн руды.

Поддержание деятельности существующих предприятий горно-металлургического комплекса осуществляется в Северной энергетической зоне, которая является электроизбыточной, что дает возможность полностью обеспечивать производства электроэнергией. Для подключения некоторых предприятий к сетям необходимо строительство линий электропередачи локального значения.

Потребность производств в водных ресурсах Актюбинской области обеспечивается за счет подземных вод Сарыбулакской группы месторождений, в Костанайской области – осуществляется за счет подземных и поверхностных вод Тобол-Торгайского водохозяйственного бассейна.

1.3. Техничко-экономические показатели отрасли

По данным БНС АСПР РК со ссылкой на данные Комитета геологии, в 2019 г. в недропользование минерально-сырьевого комплекса (без учета инвестиций в УВС, уран) было инвестировано 2 292,1 млрд тенге, что на 22,8 % выше уровня 2018 г.

Инвестиции в недропользование по различным видам металлов приведены на рисунке ниже.

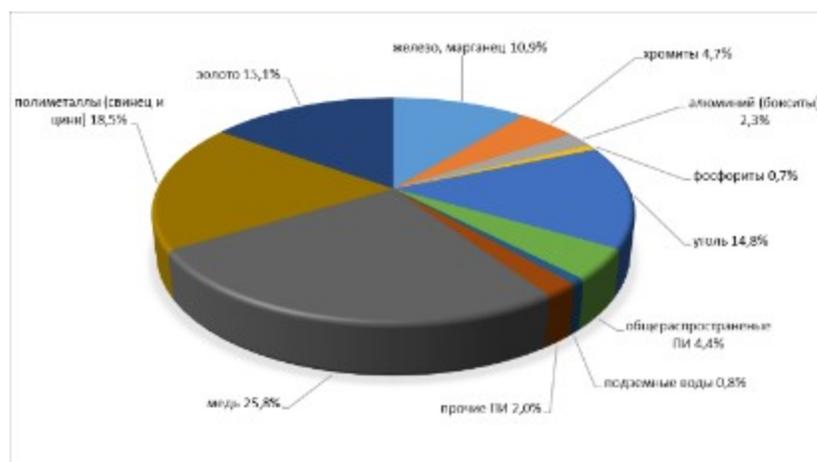


Рисунок .. Инвестиции в недропользование по различным видам металлов

Из рисунка выше видно, что инвестиции по добыче руд черных металлов не являются приоритетными, в сравнении с цветными и драгоценными металлами, однако их доля все же значительна и в совокупности для железа, марганца и хромитов составляет более 15 % от всех инвестиций.

Горно-металлургический комплекс является одним из главных экспортных секторов Республики Казахстан – его доля в общем объеме экспорта страны составляет около 20 %. Как указывалось выше, в структуре экспорта преобладают сырьевые товары, в частности около 80 % составляют добытые руды и рудные концентраты. Главными потребителями казахстанских металлов являются рынки России и Китая.

Исходные данные по экспорту твердых полезных ископаемых взяты с сайта БНС АСПР РК [5] и Комитета государственных доходов [6].

В 2019 г. экспорт железной руды в натуральном выражении вырос на 7 %, до 10,2 млн тонн, в стоимостном – на 37,5 %, до 664,4 млн долларов. Из Костанайской области в Россию отправлено 8,5 млн тонн, или 83,1 % от общего объема экспорта железных руд.

На стабильную поставку железных руд в Россию способствует экспортный контракт, заключенный в декабре 2016 г. АО "ССГПО" с ОАО "Магнитогорский металлургический комбинат" о поставках более 30 млн тонн железорудного сырья до 1 января 2021 г. В 2019 г. поставки железных руд в Китай в натуральном выражении выросли на 17,9 %, до 1,68 млн тонн. На 43,9 %, до 35,4 тыс. тонн вырос экспорт железных руд в Кыргызстан.

В 2019 г. экспорт хромовых руд сократился как в натуральном, так и в стоимостном выражении. 779 тыс. тонн, или весь объем экспорта хромовых руд из Актюбинской области отправлен в Россию.

1.4. Основные экологические проблемы

Горнодобывающая и горно-обогатительная промышленность неизбежно влияет на окружающую среду. Основными экологическими аспектами предприятий по добыче и обогащению руд черных металлов являются выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух, образование рудничных и шахтных вод, отходов (золошлаков и хвостов обогащения), использование земель, механические нарушения ландшафта.

Таблица .. Воздействие на окружающую среду горнодобывающего предприятия на разных этапах деятельности

№ п/п №	Воздействие	Открытая добыча					Подземная добыча			Обогащение		Размещение отходов добычи и обогащения	Геологоразведочные работы
		Снятие и складирование плодородного слоя почвы	Вскрышные работы	Буровзрывные работы	Добычные работы	Транспортировка	Вскрытие	Подготовка	Добычные работы	Дробление руды	Сепарация магнитная и электрическая ; флотация		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	Основные эмиссии в окружающую среду												
2	Выбросы в атмосферный воздух												
3	Твердые (пыль)	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼
4	Газообразные	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼				▼

5	Сбросы сточных вод												
6	Шахтных и карьерных		▼		▼		▼	▼	▼				
7	От процессов обогащения										▼		
8	Образование отходов												
9	Вскрышные и вмещающие породы	▼	▼	▼			▼						
10	Хвосты обогащения										▼		
11	Физические факторы воздействия (шум и вибрация)	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼
12	Утрата природной среды												
13	Земельные ресурсы и почвенный покров	▼	▼	▼	▼		▼					▼	▼
14	Ландшафт	▼	▼	▼	▼	▼	▼					▼	▼
15	Флора и фауна	▼	▼	▼	▼	▼	▼					▼	▼

1.4.1. Выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух

При добыче и обогащении полезных ископаемых выбросы в атмосферный воздух поступают от взрывных работ, дробления руды, тонкого измельчения и обогащения,

сушки и обжига концентрата, теплоснабжения, транспорта и производственных машин, а также отсыпки хвостов и вмещающей породы. Наиболее существенными выбросами являются взрывные газы (CO_2 , N_2 , CO , NO_x), выхлопные газы (CO_2 , CO , углеводороды, NO_x , SO_2 , тонкая пыль), производственные газы (в т. ч. от биологического выщелачивания, переработки растворов биовыщелачивания, окисления концентрата под давлением: H_2S , C_2S , SO_2 , CO_2 , SO и сушки: SO_2), взвешенные вещества и минеральная пыль.

Подготовка горных пород к выемке	<p>Пыль при бурении скважин и шпуров</p> <p>Пыль и токсичные вещества из пылегазового облака из взорванной горной массы</p> <p>Пыль с поверхностей откосов и площадок</p>
Выемочно-погрузочные работы	<p>Пыль при выемке горной массы различными выемочными машинами</p> <p>Пыль при погрузке и разгрузке (перегрузке) горной массы в транспортные средства, отвал или бункер</p>
Транспортировка различных карьерных грузов	<p>Пыль на технологических автодорогах</p> <p>Сдувание пыли из транспортных сосудов при перемещении полезных ископаемых, пустых пород и отходов обогащения</p> <p>Пыль на пунктах перегрузки</p> <p>Пыль при транспортировании руды из карьера конвейерным транспортом</p> <p>Выхлопные газы при работе автотранспортных средств и тяговых средств железнодорожного транспорта с двигателями внутреннего сгорания</p>
Отвалообразование и складирование вскрышных (пустых) пород, отходов обогащения и руды	<p>Пыль при укладке горной массы в отвалы и склады</p> <p>Пыление обнаженных поверхностей отвалов пустых пород, складов полезных ископаемых, шламохранилищ</p>
Переработка руды	<p>Выбросы от дробления и грохочения</p> <p>Пыль при складировании дробленой руды в буферные склады</p>

Рисунок .. Основные источники и виды загрязнения атмосферы при производстве горных работ

Воздействие при добыче руды.

При добыче руды независимо от способа отработки месторождения образуются выбросы минеральной пыли, выхлопных газов и взрывных газов. Загрязнение окружающей среды происходит за счет выделения вредных газов и пыли из пылегазового облака и газов из взорванной горной массы. Используемые для добычи руды ВВ (например, эмульсионные ВВ, АСДТ) при взрыве превращаются в водный пар, оксид и диоксид углерода, и оксиды азота. Кроме того, взрывные газы содержат

небольшие количества вредных газов, таких как угарный газ и оксиды азота. При взрыве образуется также дым. Объем этих газов составляет $0,7 - 1 \text{ м}^3$ газа на килограмм ВВ.

Образующийся при взрыве горячий газ захватывает с собой в атмосферу какое-то количество пыли горной породы. При этом объем поднимающейся в атмосферу пыли зависит от заряда и взрываемого материала. Материал горной породы осаждается, в основном, в непосредственной близости от рудника, но тонкая пыль может переноситься на большие расстояния от рудника. Например, графитная пыль распространяется на большую территорию и из-за способности пачкать легко заметна даже в небольших количествах.

При подземном способе добычи руды выбросы, поступающие в атмосферу с воздухом вентиляционной системы рудника, ограничены правилами охраны труда, поэтому уровень выбросов обычно невысок. Влажность воздуха в руднике способствует уменьшению распространения пыли с отработанным воздухом в атмосферу. При открытом способе разработки выбросов пыли и выхлопных газов значительно больше, чем при подземном способе, прежде всего из-за движения автотранспорта.

Воздействие при грохочении и измельчении.

Выбросы от дробления и грохочения во многом зависят от расположения оборудования. Выбросы блока дробления и грохочения, размещенного в помещении или в подземных выработках, обычно не вызывают большой нагрузки на окружающую среду, так как выбросы пыли лимитированы правилами охраны труда. Машины опрокидывают горную массу в загрузочное отверстие дробилки обычно на открытом пространстве, таким образом, пылевые выбросы невозможно полностью собрать для очистки. От полностью или частично на открытом воздухе расположенного блока образуется, как правило, больше пылевых выбросов, чем от оборудования, расположенного в помещении. Объем и состав пылевых выбросов расположенного на открытом пространстве блока зависит от погодных условий, вида руды, применяемой технологии. После дробления и грохочения на стадии размол в атмосферу не поступает большого количества выбросов, так как размол проводится, обычно, в закрытом блоке, в водной среде – пульпе.

Воздействие при обогащении и обжиге концентрата.

В процессе обогащения могут образовываться газовые и пылевые выбросы, например, при сушке концентрата, приготовлении и использовании флотореагентов и химических реагентов или в самом процессе обогащения, при подготовке шихты и обжиге сырых окатышей. В технологических процессах, требующих нагрева и, соответственно, сжигания топлива, выделяются газовые выбросы, в составе которых выхлопные газы и, в зависимости от технологии, оксиды азота, углекислый газ,

диоксид серы и взвешенные вещества. Образующиеся в процессе обогащения газы могут иметь неприятный запах, как например, сероводород (H_2S).

Основные факторы, определяющие выбросы ртути – исходные концентрации ртути в различных сырьевых материалах, особенно руде/концентрате и извести, а также количество используемой руды/концентратов. Предполагается, что при обогащении руды значительная часть ртути остается в хвостах, которые размещаются на полигонах [7].

Воздействие при складировании и транспортировке горной массы (вскрышных пород или концентрата).

При складировании, погрузке и транспортировке горной массы образуются выбросы от пыления и выхлопных газов транспортных средств, выделяющихся при сжигании топлива карьерным транспортом.

Транспортировка руды и вскрышных пород происходит на территории предприятий по дорогам без покрытия, на которые попадают перевозимые горные массы. Минеральный материал измельчается в мелкую пыль под колесами тяжелого транспорта, тогда на поверхности дорог часто образуется слой пыли. Объемы транспортных выбросов пыли и выхлопных газов растут при промежуточных погрузках и разгрузках, а также по мере увеличения расстояния от рудника до цеха обогащения.

Места перегрузки горной массы (перегрузка с конвейера на конвейер, разгрузка автосамосвалов в отвал или бункер, разгрузка вагонов в бункер или в приямок экскаватора на отвале и т. д.) являются интенсивными источниками пылевыведения. Причем при работе роторных комплексов, дробильно-перегрузочных пунктов, разработке пород, передвижении автомобильного транспорта и бульдозерном отвалообразовании все операции технологического процесса сопровождаются активным пылевыведением.

Складирование горной массы или готового концентрата на открытом пространстве обычно вызывает пыление, пыль с осадками может попадать в поверхностные и подземные водные объекты. Выбросы пыли могут выделяться от поверхности отвалов вскрышных пород и штабелей складированной готовой продукции или во время погрузки просыпающегося на землю сухого материала. Объемы пылевых выбросов при складировании зависят от погодных условий, а также от применяемых технологий. Пыление с поверхности отвалов и штабелей уменьшается, если поддерживается достаточная влажность концентрата, и он содержит минимальное количество абсолютно сухого материала. Если концентрат складировается в крытых хранилищах, то выбросы ограничиваются выхлопными газами транспортных средств при погрузке и перевозке.

1.4.2. Сбросы загрязняющих веществ в водные объекты

На время жизненного цикла горнодобывающего предприятия основным фактором воздействия на водную среду является сброс поверхностных и шахтных вод, загрязненных взвешенными частицами и растворенными химическими веществами, и, кроме того, при осушении карьеров дренажными шахтами в подземных условиях загрязняются дренируемые грунтовые воды, а при откачке шахтной воды образуются депрессионные воронки, радиус которых может достигать десятков километров. Источниками нагрузки на водоемы могут быть процессы обогащения, а также естественный сток с породных и рудных отвалов и хвостов. К тому же водоемы могут загрязняться пылью, а также поверхностным стоком с поверхности водосбора. Ниже более подробно описывается нагрузка на водоемы от процессов добычи и обогащения руды.

Воздействие при добыче руды.

Из карьера (рудника, шахты) откачиваются на поверхность подземные воды и проникающий туда поверхностный сток для поддержания выработок в сухом состоянии. Потребность в откачивании воды зависит от геологических и гидрогеологических особенностей обрабатываемого месторождения. На химический состав откачиваемой воды влияет вещественный состав руды и вмещающих пород и применяемые для извлечения (добычи) полезного ископаемого ВВ.

При добыче руды в зависимости от ее типа в воду могут проникать тяжелые металлы, полуметаллы и сульфаты. Например, при добыче сульфидных руд откачиваемые воды, как правило, вследствие окисления сульфидных минералов кислые и металлосодержащие.

Вода, откачиваемая из горных выработок, может содержать кроме взвешенных веществ и высвобождающихся в реакциях окисления сульфидных минералов металлов и сульфатов еще и остатки ВВ. ВВ обычно выполнены на основе аммиачной селитры, поэтому из них могут попадать в рудничные воды нитраты и ионы аммония, вызывающие эвтрофирование водоемов. ВВ могут содержать также органические соединения (например, минеральные масла), токсичные для водных организмов.

Породные отвалы и открытые склады готовой продукции, расположенные на земельных отводах карьеров, шахт и фабрик при таянии снегов или дождях становятся источниками загрязнения поверхностных и подземных (преимущественно грунтовых) вод. Атмосферная вода, попадая на отвал и стекая с его боковых поверхностей, загрязняется вследствие эрозии пород, а при фильтрации через породную толщу в большей или меньшей степени минерализуется.

Расширение применения в подземных выработках самоходного оборудования, а в открытых горных выработках – мощного транспортного и технологического оборудования с ДВС привело к повышению загрязнения шахтных и карьерных вод нефтепродуктами. При добыче руды качественное ухудшение состояния водных объектов и почв может быть последствием утечки масел, используемых в

технологическом оборудовании, и химических реагентов с мест их хранения. Также рудничные воды могут содержать существенные концентрации ГСМ от горно-шахтного оборудования. В период производственной деятельности утечки нефтепродуктов в водоемы возможны, вследствие повреждения гидравлических и топливных систем горнодобывающей техники. Нефтепродукты или смешиваются с рудой и попадут в цех обогащения, или проникают в откачиваемую из выработок шахтную воду.

Откачиваемая из карьера (рудника, шахты) вода собирается в резервуар (водосборники), затем, исходя из степени загрязнения, направляется в отстойники или пруды-накопители для дальнейшей очистки и выпуска ее в окружающую среду. Дальнейшее воздействие сброса загрязненных сточных шахтных и карьерных вод в поверхностные водные объекты проявляется в изменении гидрологического и температурного режимом водотока, химического состава, повышении мутности и заиливании дна, что негативно сказывается на водном биоразнообразии, а также на возможностях дальнейшего использования водного объекта.

Воздействие при обогащении руд.

Наибольшим потребителем воды в данной отрасли промышленности являются обогатительные фабрики в зависимости от используемого способа обогащения. В процессе обогащения вода загрязняется взвешенными веществами, минеральными солями, химическими реагентами, если таковые используются при обогащении, и превращается в суспензию (шламовую воду, шлам, отходы флотации и др.). Концентрация механических примесей может достигать более 1000 мг/л. Обогатительные фабрики работают, как правило, на обратном цикле водоснабжения и после очистки снова используется для производственных целей.

В процессе мокрого обогащения происходит растворение минеральных солей, содержащихся в частицах угля и породы, выделение газов и труднорастворимых соединений. При этом возможны следующие случаи изменения общей минерализации воды:

общая минерализация возрастает за счет растворения минералов;

общая минерализация может оставаться постоянной, если происходят только обменные реакции;

содержащиеся в воде вещества выделяются из раствора в виде газов и коллоидов, создавая труднорастворимые соединения. Общая минерализация в этом случае может уменьшаться.

Невзорвавшееся при добыче руды ВВ попадает с рудой в цех обогащения или с пустой породой в отвалы. Содержащаяся во ВВ аммиачная селитра растворяется при обогащении в воде прудов-отстойников или хвостохранилищ и вызывает загрязнение водоемов нитратным и аммиачным азотом.

На фабриках окатышей вода расходуется на увлажнение шихты, охлаждение возврата, охлаждение различных узлов обжиговых машин, эксгаустеров, охлаждение горна и дымососов. Кроме того, вода расходуется на мокрую уборку помещений, мокрую очистку аспирационного воздуха, газоочистку и гидротранспорт пыли.

1.4.3. Воздействие на земельные ресурсы и почвенный покров

Горные работы обычно изменяют окружающий ландшафт, поскольку обнажают ранее нетронутые рыхлые материалы.

Риски для здоровья населения и экологии, связанные с почвами, можно разделить на две категории:

- 1) загрязнение почвы в результате разноса пыли ветром;
- 2) загрязнение почвы в результате утечек химических веществ.

Летучая пыль может представлять собой серьезную экологическую проблему на некоторых рудниках. Токсичность пыли зависит от близости добываемой руды к конечным реципиентам. Высокие уровни мышьяка, свинца и радионуклидов в переносимой ветром пыли обычно представляют собой наибольший риск. Почвы, которые подверглись химическому загрязнению в результате разливов на рудниках, могут представлять прямую и непосредственную опасность в случае, если эти материалы используются для возведения насыпей, создания декоративного антропогенного ландшафта или в качестве добавок к почве.[8]

Горнодобывающая деятельность оказывает воздействие на все компоненты окружающей среды: недра, земли, почвы, поверхностные и подземные воды, атмосферный воздух, растительный и животный мир.

1.4.4. Образование и управление отходами производства

Типичными отходами при добыче металлической руды являются отделяемая при добыче руды вмещающая порода, образующиеся в процессе обогащения хвосты и снимаемый поверхностный слой грунта на этапе строительства (особенно при открытом способе разработки месторождения).

К тому же в производственных процессах может образовываться осадок или ил, приравняемый к отходам, например, в виде остаточного материала процесса растворения или химических реакций осаждения (например, осадок, состоящий из смеси гипса и гидроксидов металлов) или в виде осаждения взвешенных частиц рудничных вод (например, при осветлении откачиваемых из выработок вод).

Вмещающие породы.

Вмещающие породы извлекаются и удаляются как при открытом, так и подземном способе для обеспечения добычи руды. В подземной добыче доля вмещающих пород обычно меньше, чем в открытой, где объемы изымаемых вскрышных и вмещающих пород могут быть в несколько раз больше, чем объем добываемой руды. Когда месторождение разрабатывается подземным способом, то, как правило, вмещающая

порода сразу используется для заполнения выработанного пространства в закладочных смесях, для заполнения провалов и воронок обрушения или же складировается на поверхности земли в период строительства рудника, когда еще нет потребности в закладке выработанных пространств. Тогда пустая порода используется, например, в строительстве дорог. Образующиеся в открытой добыче вмещающие породы складировются на территории рудника, если их применение невозможно в строительстве

Возможности использования вмещающих пород зависят от их геотехнических особенностей и пригодности для окружающей среды. Вмещающие породы хорошего качества могут быть пригодны для сбыта за пределы рудника как строительный материал либо для до извлечения полезных компонентов/минеральных сырьевых ресурсов, при наличии таковых и при условии экономической эффективности, технической и технологической доступности.

Размещенные на территории рудника временно или постоянно на хранение отвалы пустой породы могут вызывать выбросы минеральной пыли и загрязнение водных объектов. Пустая порода складировается в виде крупнокускового материала, поэтому сильного пыления не происходит. Между крупными кусками может быть мелко измельченный при изъятии минеральный материал, который легко вызывает пыление. Возможное выветривание минерального материала, отсутствие гумусного слоя, обеспечивающего озеленение поверхности отвала, большая высота отвала увеличивают риск ветровой эрозии и вызываемой ею пылевой нагрузки.

Характер выбросов от пустой породы зависит в основном от минералогического и химического состава материала. Если отвал пустой, породы содержат сульфидные минералы и являются кислотообразующими, то кислые и содержащие металлы стоки из отвала могут загрязнять поверхностные и подземные водные источники. Вымываемые с хвостохранилищ воды содержат также ВВ, которые вызывают загрязнение ближайших водоемов азотом.

Хвосты обогащения

Образующиеся в процессе обогащения отходы или хвосты состоят из тонкоизмельченных рудных минералов и вмещающей породы, а также остатков реагентов обогащения (при наличии). Хвосты размещаются на постоянное хранение в виде пульп в хвостохранилище, где твердый материал осаждается на дно бассейна, а осветленная вода подается на обработку, циркуляцию или прямо в водоем. При увеличении объема материала в хвостохранилище (гидроотвале) его дамбы повышаются для увеличения вместимости хвостохранилища.

Из образующихся хвостов большая часть размещается на постоянное хранение в хвостохранилище, так как возможности использования этих отходов ограничены. Применение хвостов ограничивают их физические свойства (например, мелко зернистость, прочность) и химические свойства (например, сульфидные хвосты:

кислотный потенциал, экологически вредные металлы). Объемы размещаемых на постоянное хранение хвостов можно уменьшить, используя крупные фракции для заполнения пустот подземного рудника. Для этого к крупной фракции добавляется небольшое количество твердеющей добавки (напр. цемента, доменного шлака, пыли-уноса), чтобы хвосты были более пригодны для укрепления структуры рудника. Использование материала для закладки подземных пустот важно с точки зрения производственной деятельности на многих рудниках. Новая технология пастовой закладки позволяет использовать практически все хвосты для заполнения пустот подземного рудника. При этом хвосты концентрируются, и из них готовится пастообразный материал, который накачивается в выработанное пространство [9].

Хвостохранилище может вызвать пылевые выбросы, загрязнение водоемов и иногда распространяет неприятный запах. Поступающие в виде пульпы на хвостохранилище отходы обогащения являются мелкозернистыми и при высыхании могут вызывать сильное пыление. Пылению способствует и большая площадь хвостохранилища и расположение выше уровня земли. В период действия рудника размещение хвостов по всей окружности борта хвостохранилища предотвращает их высыхание. При подаче пульпы с борта хвостохранилища мелкозернистые частицы хвостов перемещаются в центр пруда, более крупные остаются недалеко от места разгрузки. Пыление вероятно, особенно при сухой и ветреной погоде, с сухих бортов ограждающих дамб, а также с участков, ограниченных дамбой обвалования и урезом воды пруда-отстойника. Запах (например, сероводорода) может исходить, например, от реагентов обогащения или возможных химических и биологических реакций, происходящих в пруде-отстойнике.

Загрязняющие вещества поступают от хвостохранилищ в поверхностные и подземные водные объекты с отводом стоков и в результате инфильтрации. Химический состав сточных вод хвостохранилища зависит от состава месторождения, применяемой технологии и реагентов обогащения, а также способа размещения хвостов и строения хвостохранилища.

Объем воды в хвостохранилище регулируется удалением воды из пруда через водосбросный колодец. Вода поступает обычно в отстойник, откуда она после осветления возвращается обратно в технологический процесс или сбрасывается в водоем. Особенно дамбам, построенным из хвостов, необходима широкая сухая полоса (так называемый пляж) между дамбой и урезом воды пруда-отстойника для обеспечения стабильности гидротехнического сооружения. Кроме обычного сброса сточных вод сквозь дамбу может просачиваться инфильтрат (рисунок 1.3).

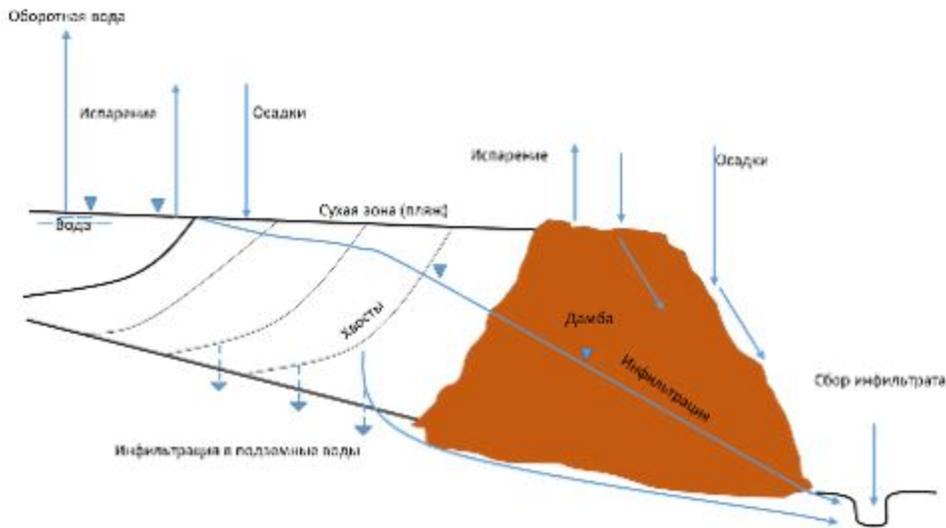


Рисунок .. Потоки вод в зоне дамбы хвостохранилища, где нет плотного основания
 Инфильтрат обычно собирается в обводной канал, откуда вода может подаваться обратно на хвостохранилище, если по своему качеству она не пригодна для сброса в водоем. Через дно пруда возможна также инфильтрация в подземные воды, если основание пруда выполнено из водопроницаемого грунта. Обычно на стадии строительства хвостохранилища изучаются свойства грунта, при необходимости основание уплотняется искусственными противофильтрационными материалами (например, полимерное пленочное покрытие, бентонит и т. п.)

Удаляемые земляные массы.

На начальном этапе деятельности горного предприятия, особенно при строительстве открытого карьера, поверхность месторождения руды очищается от поверхностного слоя земли. Эти земляные массы складываются поблизости и используются по возможности в земляных работах рудника. Сохраненный растительный слой может быть применен для рекультивации участка после закрытия рудника. В этом случае речь идет о длительном хранении почвогрунта. Если данный грунт не подходит для применения в земляных работах во время строительства или после закрытия рудника из-за своих геотехнических особенностей или экологической неприемлемости, то он размещается на участке на постоянное хранение. Объем и состав удаляемых земляных масс зависят от масштабов разработки, толщины и строения поверхностных грунтов.

Осадки и шламы.

В деятельности рудника могут образовываться различные осадки или шламы в процессе обогащения или при обработке воды. Минеральный гидрооксидный осадок образуется при химической обработке воды, например, при нейтрализации или

осаждении. Гидрооксидный осадок образуется также в результате аэрации железосодержащей воды в хвостохранилище. Состав осадка зависит от химического состава воды и использованных реагентов.

При обработке воды образуется шлам (ил) в т. ч. при удалении взвешенных веществ из рудничной и технологической воды. Взвешенные вещества удаляются из воды обычно путем отстаивания, осаждения или седиментации в бассейне-осветлителе. При подземной разработке осветлители могут находиться как в очистном пространстве под землей, так и на поверхности. При открытом способе добычи бассейны находятся недалеко от карьера на поверхности земли. Осветление технологической воды проводится чаще всего на территории хвостохранилища до возвращения ее в производственный цикл. На дне бассейнов-осветлителей собирается шлам (ил), который состоит из мелко размолотых рудных минералов и просеянного материала и может содержать также остатки ВВ (ил шахтных и карьерных вод) или реагентов обогащения (ил технологических вод). Осадок и ил размещается на постоянное хранение на территории рудника или на специально созданных для этого полигонах, или вместе с другими отходами рудника. Требования относительно постоянного размещения зависят от состава осадка и ила. В зависимости от состава и размещения осадка и ила, с ними могут быть связаны пылевые выбросы и со стоками рудника попадающие в водоемы сбросы.

Другие отходы.

Кроме вышеперечисленных отходов горного и обогатительного производства образуются:

- отходы картона и бумаги;
- металлолом;
- отходы электрических и электронных приборов;
- отходы резины и пластика;
- проблемные отходы;
- канализационные стоки;
- прочие.

Отходы сортируются и направляются на рециклинг или места хранения. Объем вывозимых на полигоны отходов должен быть минимальным.

1.4.5. Потребление энергетических, сырьевых и водных ресурсов

Потребление энергетических ресурсов

Основные производственные процессы горнодобывающего предприятия непрерывно связаны с существенным использованием топливно энергетических ресурсов – моторное топливо, электрическая и ТЭ, котельно-печное топливо.

Наиболее существенное потребление энергии в горнодобывающей отрасли характерно, в частности, для транспортных средств, геологоразведочных работ и таких

технологических процессов, как бурение, выемка породы, выемка минерального сырья, размол, дробление, обогащение, водоотлив и вентиляция.

Для технологических и хозяйственных нужд потребляются следующие виды ресурсов:

Котельно-печное топливо (уголь каменный, природный газ) – используется в технологических процессах предприятия, а также для производства тепловой и электрической энергии;

моторное топливо (дизтопливо и бензин) – используется в технологических процессах предприятия, а также для перевозки людей и грузов;

ТЭ (горячая вода и пар) – применяется как в технологических процессах, а также используется для отопления административных и производственных зданий, строений и сооружений;

электрическая энергия;

керосин ТС – 1 (топливо реактивное типа бензина);

вода (техническая, хозяйственно – питьевая);

сжатый воздух;

продукты разделения воздуха (кислород и азот).

Снабжение структурных подразделений предприятия энергетическими ресурсами может осуществляться как от сторонних источников, так и вырабатываться (производиться) самостоятельно структурными подразделениями предприятия.

Потребление энергии сильно зависит от особенностей руды и необходимого технологического процесса. Если руда твердая, то на ее отделение, измельчение и размол требуется значительно больше энергии, чем на обработку мягкой руды. Показателем энергетической эффективности крупных технологических установок и производств является удельный расход энергетических ресурсов на единицу выпускаемой продукции.

Используемое в горном производстве электрическое оборудование можно разделить на следующие группы:

устройства для передачи и распределения электроэнергии: линии электропередачи, трансформаторы, кабели;

электрическое оборудование: электродвигатели, осветители и ручные инструменты; оборудование для управления, контроля, связи и автоматизации.

В процессе добычи и транспортировки руды электроэнергия расходуется на следующие объекты:

электрогидравлические рабочие машины (напр. Бурильные установки, крепление кровли и стенок выработок, машины для торкретирования бетоном);

транспортеры;

подъемники руды;

производство сжатого воздуха,

вентиляция.

Потребление энергии в обогатительных процессах определяется, в первую очередь, объемом перерабатываемой руды, используемыми процессами обогащения и необходимым для этого оборудованием. Обычно самые мощные электродвигатели используются при измельчении руды. Также дробление руды и грохочение являются энергоемкими этапами, но используемые в работе отдельные электродвигатели и насосы меньше по мощности.

Водопотребление

Для добычи полезных ископаемых требуется много воды, например, для следующих целей:

вода для бурения;

непосредственно технологическая вода (измельчение и обогащение в пульпе);

питательная вода (насосы, всасывающие устройства и др.);

приготовление химикатов (реагентов);

вода для промывки (например, оборудования и полов);

вода для промывки (например, фильтровальных тканей);

хозяйственно-питьевая вода, и др.

Большая часть требуемой воды обычно восполняется за счет циркуляции в разных технологических процессах, но для работы часто необходима и достаточно чистая свежая вода. Возможности циркуляции воды обуславливаются определенным технологическим процессом, в том числе используемыми в нем химическими реагентами. Циркуляция повышает концентрации содержащихся в воде веществ. В результате этого концентрации веществ могут достигнуть слишком высокого для процесса обогащения уровня, препятствуя использованию технологической воды в процессе. Свежая вода забирается обычно из ближайшего озера или реки.

В некоторых случаях в качестве свежей воды может использоваться карьерная вода или без обработки, или после обработки (например: отстаивание воды, осаждение металлов). На многих обогатительных фабриках потребность в воде можно обеспечить почти полностью за счет рециркуляции и использования карьерной воды. С другой стороны, забор больших объемов свежей воды за пределами рудника практически невозможен. Используемая на руднике хозяйственно-питьевая вода приобретает обычно отдельно по договору у внешнего поставщика. В некоторых процессах (например, промывка фильтровальных тканей, охлаждение компрессоров) можно применять воду, очищенную на предприятии собственными очищающими устройствами (например, песчаными фильтрами).

Потребление вспомогательных производственных материалов

Для горнодобывающего производства кроме ресурсов энергии и воды требуются различные вспомогательные производственные материалы, такие как взрывчатые материалы химикаты, материалы для крепления горных выработок (металлическая

арочная крепь, различные типы анкерной крепи, металлическая сетка, торкрет смеси), трубы, буровой инструмент, используемый для бурения скважин различного типа и назначения тела, запасные части для основного и вспомогательного оборудования, мелющие фильтровальные ткани, полимерные и композиционные материалы и т.д.

1.4.6. Факторы физического воздействия

Шум и вибрация

На предприятиях горнодобывающей промышленности в силу специфических особенностей технологии подземной и открытой добычи полезных ископаемых на работников одновременно действует многообразие неблагоприятных факторов производственной среды (пыль, шум, вибрация, неблагоприятный микроклимат и др.), степень выраженности которых во многом зависит от конкретных климатогеографических и горно-геологических условий на предприятиях.

В деятельности горных предприятий основными являются основными источниками шума и вибрации являются взрывные работы, буровые работы, процессы погрузки и перевозки горной массы, шум от двигателей транспортных средств, конвейерный и железнодорожный транспорт, вентиляторные установки, дробление, раскалывание слишком крупных каменных глыб, связанная с дроблением сортировка, измельчение. Совокупное воздействие от работающих экскаваторов, бульдозеров, взрывных работ, транспорта, дробления и измельчения руды, а также складирования материала в отвалы может значительно повлиять на дикую природу и жителей близлежащих районов. Процессы производственного цикла, начиная с дробления проходят, в основном, в закрытых помещениях. При этом воздействие шума на окружающую среду может быть ограничено с помощью проектных решений. В некоторых случаях источники шума цеха обогащения и вспомогательных операций (воздуходувки и проч.) могут быть существенными из-за их узкополосности.

Вибрация связана с работой разнообразной техники, используемой в добыче полезных ископаемых, но взрывные работы считаются ее основным источником. Вибрация влияет на стабильность инфраструктуры, зданий, человеческого жилья вблизи крупномасштабных горнодобывающих предприятий. При взрывных работах кроме вибрации наблюдается колебание воздуха, которое находится частично в частотном диапазоне слуха человека, а частично ниже его. Это низкочастотное, появляющееся при взрыве колебание воздуха называется волной атмосферного давления. Факторы, влияющие на силу волны, меняются в зависимости от взрыва, что усложняет оценку силы волны атмосферного давления. На распространение волны атмосферного давления в окружающую среду и риск наносимого ею ущерба влияют погодные условия, рельеф, препятствия и направление волны. Другими причинами возникновения волны атмосферного давления являются импульсы атмосферного давления и колебаний земли. Волна атмосферного давления большая, когда взрыв происходит в воздухе или поверхностным зарядом.

Запах

Концентрация сероводорода в цехе обогащения может превысить уровень, безопасный для здоровья, но за пределами рудничной территории беспокоит обычно только неприятный запах. Диоксид азота может высвободиться при промывке керамических фильтров азотной кислотой, когда концентрированная кислота взаимодействует с сульфидными минералами.

1.4.7. Воздействие при ликвидации и рекультивации

Заккрытие добывающего предприятия и рекультивационные работы становятся актуальными, когда экономически выгодные запасы руды истощаются, или, когда горнодобывающая деятельность окончательно прекращается. Целью рекультивации и ликвидации последствий производственной деятельности горнодобывающего предприятия должно быть возвращение участка земли в состояние, максимально идентичное его исходному состоянию с целью предотвращения выделения токсичных загрязняющих веществ из различных производственных объектов.

При выполнении ликвидационных и рекультивационных работ, как и при производственной деятельности, возможно загрязнение атмосферного воздуха твердыми (пыль) и газообразными (выхлопные газы) веществами, образование и размещение отходов от демонтажа зданий и сооружений, образование загрязненного поверхностного стока и сброса шахтных вод в водные объекты, физические факторы воздействия.

Основной угрозой природной среде после закрытия добывающего предприятия являются сточные воды, образующиеся на бывших территориях отработки месторождения и участках размещения горнопромышленных отходов, а также возможно воды, просачивающиеся из выработанного пространства. На территории добычи сульфидных руд кислые рудничные стоки могут загрязнять природную среду годами, если не удастся прекратить реакцию окисления сульфидов в выработанном пространстве и на участках размещения отходов. Из хвостохранилищ кислые, загрязненные металлами воды могут просачиваться через дамбу и основание хвостохранилища, попадая в подземные воды или прямо сквозь дамбу в обводный канал и в поверхностные водоемы.

При заполнении выработанного пространства водой абсорбированные на ее стенах продукты ВВ (нитратный и аммиачный азот), использованные в горных работах и образованные во время закладки продукты окисления сульфидов смываются и способствуют распространению загрязненной воды по трещинам в подземные воды или путем поверхностного слива в водоемы.

Кроме нагрузки сточных вод на водные объекты могут наблюдаться пылевые выбросы, в т. ч. из-за пыления поверхности незакрытых отвалов, хвостохранилищ или мест выемки руды. Так же, как и химический состав стоков, состав пыли зависит от минералогического и химического состава месторождения. Пыль может содержать

вредные для окружающей среды тяжелые металлы или полуметаллы. Пыль может содержать также сульфидные минералы, окисление которых может вызывать закисление почв, и вследствие этого также закисление поверхностных и подземных вод. В частности, если на поверхность поднята порода с кислой реакцией, то такие отвалы очень долго не покрываются растительностью.

Другими возможными факторами риска для окружающей среды, в т. ч. для здоровья живых существ, после закрытия карьера или рудника могут быть просадки грунта (провальные воронки), оседание земли и обвалы горных выработок или отвалов пустых пород.

Работы по ликвидации и рекультивации последствий деятельности горнодобывающего предприятия должны проводиться в соответствии с требованиями инструкции по составлению плана ликвидации (приказ Министра по инвестициям и развитию Республики Казахстан от 24 мая 2018 года № 386.) и правил приемки результатов обследования и работ по ликвидации последствий операций по недропользованию.

2. Методология определения наилучших доступных техник

Процедура определения НДТ 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 в соответствии с положениями Правил.

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 [10].

2.1. Детерминация, принципы подбора НДТ

Определение НДТ основываются на соблюдении последовательности действий технических рабочих групп:

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

Для каждого технологического процесса добычи и обогащения руд черных металлов определен перечень маркерных веществ (более детальная информация приведена в разделе 6 настоящего справочника по НДТ).

Метод определения перечня маркерных веществ основывался преимущественно на изучении проектной, технологической документации и сведений, полученных в ходе проведенного КТА предприятий по области применения настоящего справочника по НДТ.

Из перечня загрязняющих веществ, присутствующих в эмиссиях основных источников загрязнения, для каждого технологического процесса в отдельности был определен перечень маркерных веществ при условии их соответствия следующим характеристикам:

вещество характерно для рассматриваемого технологического процесса (вещества, обоснованные в проектной и технологической документации);

вещество оказывает значительное воздействие на окружающую среду и (или) здоровье населения, в том числе, обладающее высокой токсичностью, доказанными канцерогенными, мутагенными, тератогенными свойствами, кумулятивным эффектом, а также вещества, относящиеся к стойким органическим загрязняющим веществам.

2) определение и описание техник-кандидатов, направленных на комплексное решение экологических проблем отрасли;

При формировании перечня техник-кандидатов рассматривались технологии, способы, методы, процессы, практики, подходы и решения, которые направлены на комплексное решение экологических проблем области применения настоящего справочника по НДТ, из числа имеющихся в Республике Казахстан (выявленных в результате КТА) и в международных документах в области НДТ, в результате чего был определен перечень из (количество) техник-кандидатов, представленный в разделе 5.

Для каждой техники-кандидата приведено технологическое описание и соображения касательно технической применимости техник-кандидатов; экологические показатели и потенциальные выгоды от внедрения техники-кандидата; экономические показатели, потенциальные кросс-медиа эффекты и необходимые условия.

3) анализ и сравнение техник-кандидатов в соответствии с показателями технической применимости, экологической результативности и экономической эффективности.

В отношении рассматриваемых в качестве НДТ техник-кандидатов была проведена оценка в следующей последовательности:

1. Оценка техники-кандидата по параметрам технологической применимости.
2. Оценка техники-кандидата по параметрам экологической результативности.

Был проведен анализ экологического эффекта от внедрения техник-кандидатов, выраженный в количественном значении (единица измерения или % сокращения/увеличения), в отношении следующих показателей:

атмосферный воздух: предотвращение и (или) сокращение выбросов;

водопотребление: сокращение общего водопотребления;

сточные воды: предотвращение и (или) сокращение сбросов;

почва, недра, подземные воды: предотвращение и (или) сокращение влияния на компоненты природной среды;

отходы: предотвращение и (или) сокращение образования/накопления производственных отходов и/или их вторичное использование, восстановление отходов и энергетическая утилизация отходов;

потребление сырья: сокращение уровня потребления, замещение альтернативными материалами и (или) отходами производства и потребления;

энергопотребление: сокращение уровня потребления энергетических и топливных ресурсов; использование альтернативных источников энергии; возможность регенерации и рециклинга веществ и рекуперации тепла; сокращение потребления электро- и теплоэнергии на собственные нужды;

шум, вибрация, электромагнитные и тепловые воздействия: снижение уровня физического воздействия.

Также учитывалось отсутствие или наличие кросс-медиа эффектов.

Соответствие или несоответствие техники-кандидата каждому из вышеперечисленных показателей основывалось на сведениях, полученных в ходе КТА.

3. Оценка техники-кандидата по параметрам экономической эффективности.

Оценка экономической эффективности техники-кандидата не является обязательной, однако, по решению большинства членов технической рабочей группы, экономическая оценка НДТ проводилась членами технической рабочей группы-представителями промышленных предприятий в отношении некоторых техник, имеющих внедрение и эксплуатируемых на хорошо функционирующих промышленных установках/заводах.

Факт промышленного внедрения устанавливался в результате анализа сведений, выявленных в результате КТА.

4. Определение технологических показателей, связанных с применением НДТ.

Определение уровней эмиссий и иных технологических показателей, связанных с применением НДТ, в большинстве случаев использовано в отношении техник, обеспечивающих снижение негативного антропогенного воздействия и контроль загрязнения на конечной стадии производственного процесса.

Так, технологические показатели, связанные с применением НДТ, определялись в том числе и с учетом уровней национальных показателей, что подтверждено отчетами проведенных КТА.

2.2. Критерии отнесения техник к НДТ

В соответствии с п. 3 статьи 113 Экологического кодекса критериями определения НДТ 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 НДТ;
- 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.

2.3. Экономические аспекты внедрения НДТ

2.3.1. Подходы к экономической оценке НДТ

НДТ, как правило, широко известны во всем мире, а экономическая оценка является дополнительным критерием для принятия решения о возможности или отказе от внедрения НДТ. НДТ также считается приемлемой, если есть однозначные свидетельства/примеры результатов ее успешной промышленной эксплуатации. Так, странами ЕС при определении НДТ учитываются только технологии, уже вышедшие на промышленную эксплуатацию, и природоохранная эффективность которых подтверждена практически.

Следует понимать, что НДТ не всегда приносят экономический эффект и их применимость определяется инвестиционной обоснованностью использования тех или иных технологических процессов, установок/агрегатов/оборудования, стоимости реагентов и компонентов, соотношения затрат и выгод, стоимости капитала, сроков реализации внедрения НДТ и многих других факторов. Общая экономическая эффективность НДТ определяется финансово-экономическими условиями конкретного предприятия и планово-экономические финансовые службы предприятия проводят самостоятельное технико-экономическое обоснование осуществимости НДТ.

В соответствии с общепринятыми в мировой практике подходами, экономическая оценка эффективности внедрения НДТ может осуществляться различными способами:

- по инвестиционной обоснованности затрат;
- по анализу затрат и выгод;

по отношению затрат к ряду ключевых показателей предприятия: оборот, операционная прибыль, добавленная стоимость и др. (при доступности соответствующих финансовых данных);

по затратам к достигаемому экологическому результату и др.

Каждый из способов экономической оценки отражает результат реализации мероприятий по охране окружающей среды на различные аспекты финансово-экономической деятельности предприятия и может служить источником принятия решения по НДТ. Оператор объекта применяет к экономической оценке НДТ наиболее приемлемый для него, с учетом отраслевой и производственной специфики, способ оценки или их сочетание.

По результатам общей экономической оценки НДТ могут быть ранжированы, как:

экономически эффективные, когда техника сокращает расходы, дает экономию денежных средств и/или незначительно влияет на себестоимость продукции;

экономически эффективные при определенных условиях, когда техника приводит к увеличению затрат, но дополнительные расходы считаются приемлемыми для экономических условий предприятия и находятся в разумной пропорции к полученным экологическим выгодам;

экономически неэффективные, когда техника приводит к увеличению затрат, а дополнительные расходы не считаются приемлемыми для экономических условий предприятия или несоразмерны полученным экологическим выгодам.

При выборе между несколькими альтернативными НДТ проводится сравнение соответствующих показателей экономической эффективности для определения наименее затратных.

В целом, переход на принципы НДТ должен быть экономически выгоден предприятию и не должен снижать его экономическую эффективность и ухудшать финансовое состояние в долгосрочной перспективе.

При экономической оценке НДТ должны быть также приняты во внимание вопросы возможности реализации проектов НДТ в целом по отрасли с учетом сохранения текущего уровня эффективности и рентабельности производства в долго-, средне- и краткосрочной перспективе.

НДТ может быть признана экономически приемлемой на отраслевом уровне, если возможность ее реализации, с учетом общих финансовых затрат и экологических выгод, подтверждается в масштабе, достаточном для широкого внедрения в данной отрасли.

Для НДТ, требующих существенных инвестиционных капитальных вложений, должен быть определен разумный баланс между запросом гражданского общества на реализацию природоохранных мероприятий в целях снижения негативного воздействия на окружающую среду и инвестиционными возможностями оператора объекта. При этом ответственность за доказательство условий, по которым к процессу внедрения НДТ должен быть применен особый режим, несет оператор объекта.

2.3.2. Способы экономической оценки НДТ

С точки зрения прибыльности и экономичности инвестиции в НДТ оцениваются, как:

прибыльные – в случае получения дополнительных доходов от их реализации или экономии средств;

неприбыльные в доходной части, но допустимые с точки зрения текущего или будущего финансового состояния компании;

неприбыльные и недопустимые по своим финансовым затратам;

достигающие разумной экологической пользы по сравнению с затратами;

имеющие необоснованно высокие затраты по сравнению с достигнутым экологическим эффектом.

2.3.3. Соотношение затрат и ключевых показателей предприятия

Для определения целесообразности инвестиций в мероприятия по охране окружающей среды может быть проанализировано соотношение расходов на НДТ и ряда ключевых экономических результатов деятельности предприятия: валовый доход, оборот, операционная прибыль, себестоимость и др. (при доступности данных).

При данной оценке может стать полезной шкала справочных значений, полученных по данным анкетирования европейских предприятий (Голландия), ранжирующих значения на три категории:

приемлемые затраты – если инвестиции относительно малы по сравнению с ключевыми показателями и можно считать их приемлемыми без дальнейшего обсуждения;

обсуждаемые – средние затраты, когда затруднительно или невозможно дать четкую оценку целесообразности инвестиций;

неприемлемые затраты – если инвестиции чрезмерны по отношению к ключевым результатам деятельности предприятия.

Таблица 2.1. Ориентировочные справочные значения осуществимости инвестиций в охрану окружающей среды *

№ п/п	Соотношение затрат к ключевым показателям	Приемлемые	Обсуждаемые	Неприемлемые
1	2	3	4	5
1	Годовые затраты/оборот	< 0,5 %	0,5 – 5%	> 5 %
2	Годовые затраты/операционная прибыль	< 10 %	10 – 100 %	> 100 %
3	Годовые затраты/добавленная стоимость	< 2 %	2 – 50 %	> 50 %

4	Годовые затраты/ о б щ и е инвестиционные расходы на НДТ	< 10 %	10 – 100 %	> 100 %
5	Годовые затраты/ годовой доход	< 10 %	10 – 100 %	> 100 %

* Smets, T., S. Vanassche and D. Huybrechts (2017), Guideline for determining the Best Available Techniques at installation level, VITO, Mol, https://emis.vito.be/sites/emis/files/study/resume/en/Leidraad_BBT_op_bedrijfsniveau_English.pdf.

Шкала справочных значений позволяет быстро исключить технологии с явно высокими затратами или определить техники, затраты на внедрение которых можно считать осуществимыми без какого-либо дополнительного анализа.

Вместе с тем, ввиду большого интервала значений внутри категории "обсуждаемые", значительная часть осуществляемых природоохранных инвестиций может попасть в этот диапазон, что делает их слишком неопределенными для однозначного вывода об обоснованности инвестиций.

В этом случае целесообразность вложений должна оцениваться с учетом дополнительных отраслевых аспектов, таких, как период реализации проекта по внедрению НДТ, общий уровень инвестиций в охрану окружающей среды, текущая рыночная и финансовая ситуация и др.

В целом, шкала справочных затрат может рассматриваться как оценочный ориентир, применимый в некоторых случаях оценки НДТ, и использоваться для построения предприятием собственной шкалы значений с учетом своего финансово-экономического состояния, которые могут применяться при рассмотрении вопросов внедрения НДТ.

Также, при наличии данных о годовом объеме производства и доходах от реализации товарной продукции могут быть определены такие важные показатели экономической эффективности, как затраты предприятия на внедрение НДТ по отношению к единице произведенной продукции, то есть объем денежных средств, которые предприятие расходует на внедрение НДТ при производстве единицы продукции, а также прирост себестоимости на единицу продукции.

2.3.4. Прирост себестоимости на единицу продукции

Существенным фактором для определения применимости НДТ являются дополнительные затраты, которые несет предприятие при ее внедрении в текущий производственный процесс. Это увеличивает себестоимость продукции и снижает потенциал НДТ с точки зрения ее экономической эффективности.

Себестоимость производства единицы продукции определяется как отношение общих годовых денежных затрат на производство продукции к годовому физическому

объему производства. Процентное соотношение общих годовых затрат на внедрение НДТ и производственной себестоимости выражает прирост затрат на производство с учетом дополнительных расходов предприятия на природоохранные мероприятия.

Например, европейское исследование на автозаправочных станциях показывает, что технология улавливания паров привела к увеличению себестоимости бензина на 0,1 – 0,2 евроцента за литр. По сравнению с операционной маржой в 12,0 евроцентов за литр представляется, что увеличение себестоимости приемлемо с точки зрения эффективности.

2.3.5. Соотношение затрат и экологического результата

Для настоящего справочника основным способом экономической оценки НДТ определен анализ расходования денежных средств предприятия на внедрение НДТ и достигаемый экологический результат от ее внедрения в виде снижения/предотвращения эмиссии загрязняющих веществ и/или сокращения отходов. Соотношение данных величин определяет эффективность вложенных средств на единицу массы/объема сокращаемого загрязняющего вещества и/или отходов в годовом исчислении.

Эффективность затрат =	Общие годовые затраты
	Годовое сокращение эмиссии

Под годовыми затратами понимается сумма капитальных (инвестиционных) затрат (расходов) в годовом исчислении (Пересчет в годовом исчислении производится с коэффициентом годового пересчета, как функции срока службы оборудования и ставки дисконтирования.) и операционных (эксплуатационных) расходов, распределенных по всему сроку службы рассматриваемой техники.

При расчете годовых затрат применяется формула:

$$\text{Годовые затраты} = I_0 \left[\frac{r(1+r)^n}{(1+r)^n - 1} \right] + \text{ОС}$$

где:

I_0 – общие инвестиционные расходы в год приобретения,

ОС – годовые чистые операционные расходы,

r – ставка дисконтирования,

n – ожидаемый срок службы.

Годовые затраты отражают объем инвестиций на проект внедрения НДТ с учетом временной стоимости капитала и сроком службы соответствующего оборудования.

Для правильного определения годовых затрат на НДТ должна быть применена согласованная ставка дисконтирования с учетом срока службы средозащитного

оборудования, а также обеспечена достаточная детализация инвестиционных капитальных вложений и распределение по элементам эксплуатационных затрат.

Результат соотношения годовых затрат к достигнутому экологическому результату выражает объем денежных средств оператора НДТ в годовом исчислении, который расходуется на уменьшение эмиссии загрязняющего вещества на одну единицу массы/объема.

Сравнение полученных показателей соотношения затрат к достигнутому экологическому результату по различным техникам-кандидатам позволяет сделать вывод насколько экономически эффективна, с точки зрения денежных затрат предприятия на НДТ, та или иная техника-кандидат и, соответственно, принять решение об ее использовании или отказа от данной НДТ.

Как правило, перед внедрением НДТ планово-экономические/финансовые службы предприятия проводят технико-экономическое обоснование ее осуществимости. При этом применение НДТ может быть связано с большими затратами и не всегда приносить экономический эффект.

В качестве ориентировочных может быть приведен приемлемый уровень эффективности затрат мероприятий по сокращению выбросов на практике голландских предприятий (European Commission (2006) European IPPC Bureau, "Economics and Cross-Media Effects").

Таблица .. Ориентировочные справочные затраты на внедрение технологии из расчета на единицу массы загрязняющего вещества

№ п/п	Загрязняющее вещество	Евро на 1 кг снижения выбросов загрязняющих веществ
1	2	3
1	ЛОС	5
2	Пыль	2,5
3	NO _x	5
4	SO ₂	2,5

2.4. Платежи и штрафы за негативное воздействие на окружающую среду.

При экономической оценке НДТ может оказаться полезным расчет платежей, подлежащих к выплате за негативное воздействие на окружающую среду в соответствии с налоговым законодательством Республики Казахстан и экологических штрафов, установленных Административным кодексом.

В настоящее время на государственном уровне принимаются меры по стимулированию внедрения НДТ, в частности для предприятий, внедряющих НДТ, устанавливается нулевой коэффициент к ставкам платежей в бюджет, уплачиваемых за негативное воздействие на окружающую среду, и достигаемая экономия средств может стать решающим фактором для принятия решения о внедрении НДТ. Кроме того, с

2025 г., в целях активной реализации мер по защите окружающей среды и применения НДТ, к действующим ставкам платы за негативное воздействие на окружающую среду предприятиями I группы будет применяться повышающий коэффициент 2 (двукратное увеличение платежей), с 2028 г. – коэффициент 4 и с 2031 г. – коэффициент 8.

Кроме ставок платежей, установленных налоговым законодательством на республиканском уровне, местные представительные органы (маслихаты) также имеют право повышать установленные ставки платы (за исключением выбросов загрязняющих веществ от сжигания попутного и/или природного газа в факелах), но не более, чем в 2 раза.

Порядок и ставки платы за негативное воздействие на окружающую среду на основании соответствующего экологического разрешения регулируются налоговым законодательством Республики Казахстан.

Осуществление эмиссий без экологического разрешения на действующий объект, оказывающий негативное воздействие на окружающую среду, влечет штраф в размере десяти тысяч процентов от соответствующей ставки платы за негативное воздействие на окружающую среду в отношении превышенного количества загрязняющих веществ.

2.5. Расчет на установке

Процесс внедрения технологий по снижению содержания загрязняющих веществ, особенно на крупных промышленных предприятиях, часто является составной частью общего процесса модернизации или проведения комплексных мероприятий по повышению эффективности производства.

Для исключения влияния других инвестиционных и операционных расходов, которые оператор объекта несет в ходе своей обычной производственной деятельности или реализации других инвестиционных проектов, сведения о затратах на первичные и вторичные мероприятия по сокращению негативного воздействия на окружающую среду должны представлять только ту часть затрат, которую предприятие расходует на НДТ.

В таких условиях, для исключения влияния инвестиционных и операционных расходов, которые оператор объекта осуществляет в ходе реализации таких мероприятий, объективными данными, используемыми для определения НДТ, являются данные о расходах на природоохранное мероприятие на установке, то есть направленные исключительно на сокращение и/или предотвращение эмиссии загрязняющих веществ в окружающую среду на данном технологическом этапе или средозащитной установке.

В расчетах на установке в общую сумму затрат включается:

стоимость основной технологии/установки/оборудования и других необходимых компонентов, являющихся неотъемлемой частью НДТ;

стоимость дополнительных и вспомогательных пред/после очистных технологий/установок/оборудования и сооружений;

стоимость необходимых расходных материалов, сырья и реагентов, без которых применение НДТ невозможно технологически.

Расчет на установке исключает фактор неопределенности при классификации общих расходов оператора объекта по статьям затрат, а также позволяет сравнить затраты предприятия на альтернативные НДТ по сопоставимым показателям. Такой же принцип используется при расчете выгод НДТ.

Конкретные примеры расчетов, по экономической оценке, НДТ для каждой отрасли просчитываются в рамках технико-экономического обоснования (ТЭО).

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

Настоящий раздел справочника по НДТ содержит описание основных технологических процессов, в числе которых добыча руд открытым и подземным способами, обогащение руд черных металлов, производство окатышей.

В последующих разделах более подробно описываются этапы горнодобывающей деятельности.

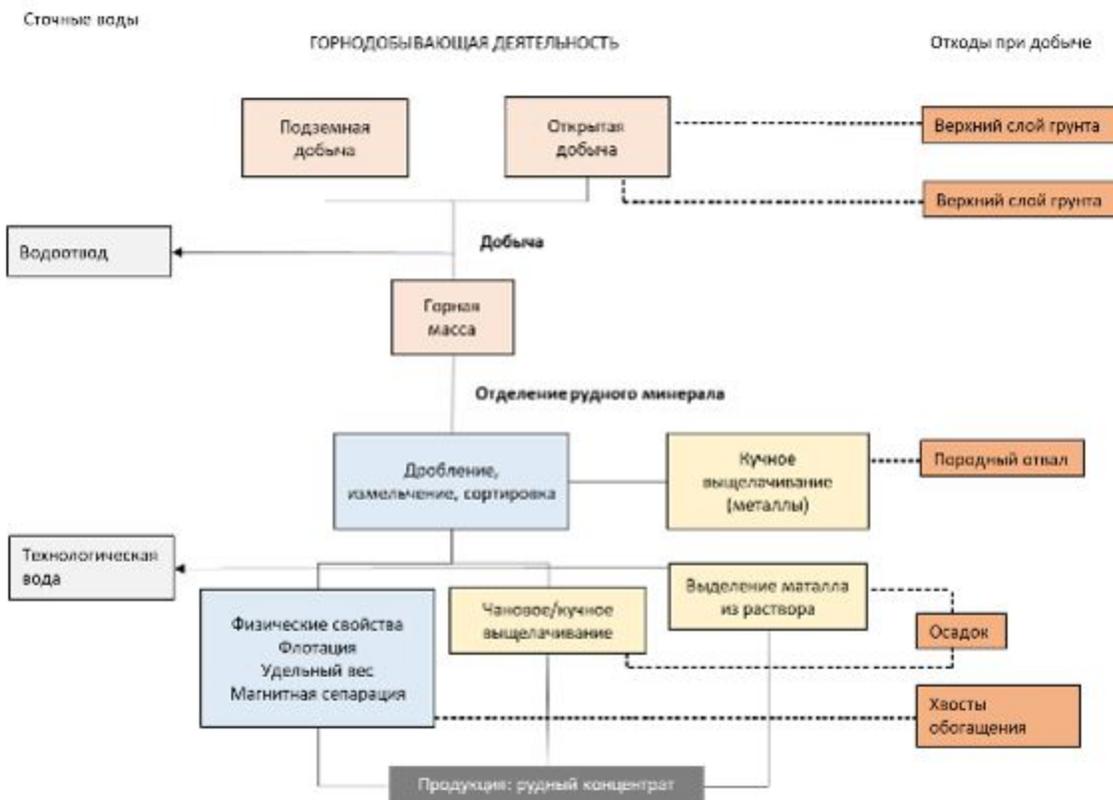


Рисунок .. Схема основных технологических процессов горнодобывающего предприятия

3.1. Открытая добыча руд черных металлов

Основными процессами открытых горных работ являются (рисунок 3.2): снятие ПСП, производство вскрышных работ, буровзрывные работы, добыча руды, транспортировка, первичное дробление, складирование отвальных пород [9].



Рисунок .. Схема технологического процесса открытых горных работ

К основным источникам воздействия на атмосферный воздух, как правило, относят карьеры по добыче железной руды, хвостохранилища, отвалы вскрышных пород и открытые склады готовой продукции.

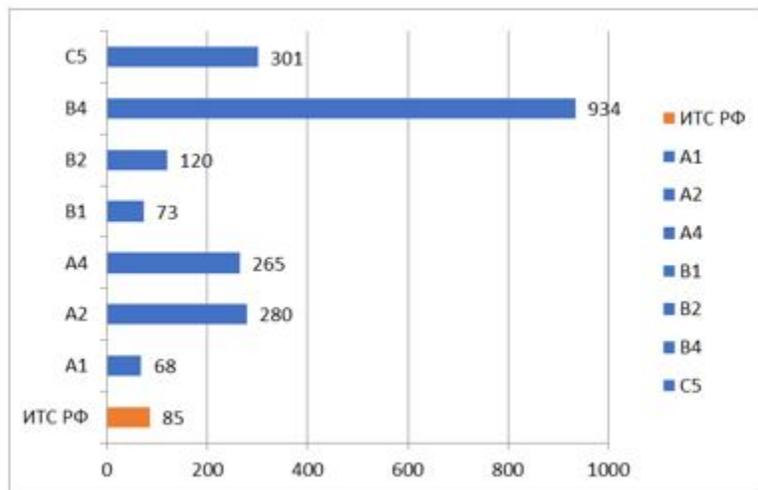


Рисунок .. Удельные выбросы пыли при открытой добыче на тонну добываемой горной массы (г/т)

При определении удельных показателей принимались выбросы пыли с учетом буровзрывных, пыление отвалов пустых пород и некондиционных руд извлечение руды из массива горных пород, погрузочно-разгрузочные работ, транспортировка горной массы, отвалообразование и складирование, первичное дробление, отгрузка продукции и т.д.

3.1.1. Снятие и складирование плодородного слоя почвы

В соответствии с основными положениями по восстановлению земель предприятия, разрабатывающие месторождения полезных ископаемых открытым способом, а также проводящие другие работы, вызывающие нарушение почвенного покрова (механическое повреждение, загрязнение, затопление), обязаны снимать и транспортировать к месту укладки (или временного хранения) ПСП и наносить его на восстанавливаемые земли или малопродуктивные уголья.

Горнотехническая рекультивация земель, нарушенных горными работами, начинается со снятия ПСП на всех площадях, отведенных под производственные объекты предприятия. Снятие ПСП с использованием бульдозеров различных моделей является наиболее распространенным. Плодородный слой снимается последовательными заходками, и создается временный почвенный штабель. Погрузка почвы производится экскаваторами или погрузчиками в транспортные средства. Бульдозер работает по следующей схеме: машина срезает и перемещает слой почвы в штабель на расстояние, не превышающее оптимальное расстояние транспортировки, исходя из конструктивных особенностей оборудования, а затем возвращается в исходное положение, и цикл повторяется.



а – бульдозером, б – погрузчиком

Рисунок .. Снятие ПСП

При наличии автотранспорта его целесообразно использовать для перевозки плодородного грунта. В этом случае снятый бульдозером плодородный слой собирается в штабель с последующей погрузкой в транспорт погрузчиком. Съем ПСП и погрузку его в автотранспорт можно осуществить погрузчиками на гусеничном или пневмоколесном ходу. Погрузчики обладают большой маневренностью, высокой производительностью и применяются на выемочно-погрузочных работах в карьере. По техническим параметрам погрузчик может снимать ПСП и укладывать их в штабель с последующей погрузкой в транспорт. При использовании погрузчиков площадь, отведенная для съема почвы, разрабатывается отдельными участками. Обычно длина участка не превышает 100 м. Складирование ПСП осуществляется во временные отвалы.

Снятие и складирование ПСП осуществляется в соответствии с требованиями действующего законодательства. Временные отвалы ПСП размещаются в основном поперек склонов, что препятствует выносу ПСП ливневыми потоками за пределы участка, смыву и размыву участка складирования. Снятие, транспортировка и складирование ПСП выполняются в период естественного увлажнения почвы, что исключает пыление. В случае длительного хранения производится засев поверхности отвала семенами многолетних трав.

При движении автотранспорта для снятия, складирования и транспортировки ПСП основным фактором загрязнения атмосферного воздуха является пыление.

В результате проведения КТА были получены данные по выбросам пыли, которые приведены в таблице ниже.

Таблица 3.1. Выбросы пыли в атмосферный воздух (по данным КТА)

№ п/п	Наименование объекта	Валовые выбросы загрязняющих веществ, т		Удельные показатели выбросов, кг/т	
		макс.	мин.	макс.	мин.
1	2	3	4	5	6
1	A1	203,0	150,4	0,02	0,01
2	A2	12,9	9,0	0,005	0,003
3	A3	94,0	79,1	0,01	0,01
4	A4	64,2	58,3	0,01	0,008

Из таблицы № 3.1 следует, что удельные показатели выбросов пыли при снятии ПСП в процессе добычи варьируются от 0,005 до 0,02 кг/т. Данное расхождение в удельных показателях выбросов на различных предприятиях связано с особенностями рассматриваемых предприятий, а также с используемым оборудованием и техникой в процессе снятия и складирования ПСП.

3.1.2. Вскрытие карьерного поля

Способ вскрытия определяется рядом признаков, в первую очередь видом вскрываемых выработок. Вскрытие рабочих горизонтов осуществляется посредством сооружения наклонных (капитальных) открытых выработок с поперечным сечением ступенчатой формы или в виде трапеции (траншей) или треугольника (полутраншей) для обеспечения сформированных на уступах грузопотоков транспортными коммуникациями, позволяющими перемещать грузы с рабочих горизонтов до пунктов приема на поверхности или на промежуточных горизонтах. Вскрывающие выработки начинаются с поверхности или с уже вскрытого промежуточного рабочего горизонта и заканчиваются на отметке рабочей площадки вскрываемого горизонта.

Обычно вскрываемые наклонные траншеи существуют в течение всего времени эксплуатации месторождения и служат для перемещения из карьера пустых пород и полезного ископаемого. Поэтому эти траншеи называются капитальными. Траншеи,

предназначенные для движения колесных транспортных средств (железнодорожный и автомобильный транспорт), должны быть наклонными. В зависимости от числа уступов (один, группа или все уступы карьера), обслуживаемых траншеями с общей трассой, различают соответственно отдельные, групповые и общие траншеи.

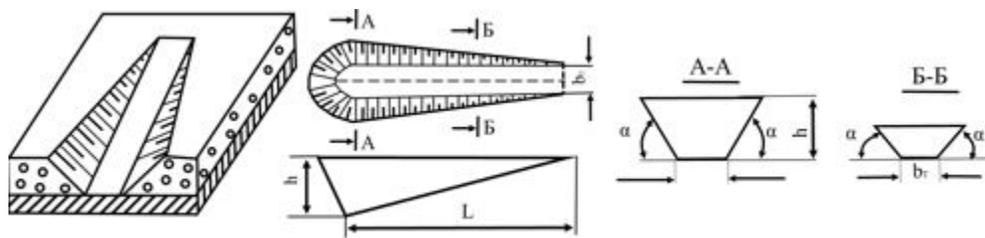


Рисунок .. Параметры наклонной траншеи

На основании КТА в большинстве случаев на предприятиях Республики Казахстан рабочие горизонты карьера вскрыты траншейным способом (капитальными траншеями или полутраншеями). Например, карьер А1 вскрыт совмещенной северо-западной, временной восточной и юго-западной траншеями. Совмещенная северо-западная автомобильно-железнодорожная траншея служит для связи рабочих горизонтов с отвалом, постами, расположенными на поверхности, а также для заезда автомобильного транспорта и вспомогательной техники в карьер. Восточная траншея обеспечивает прямыми железнодорожными заездами рабочие горизонты южного и северного бортов до поверхности, порода с которых вывозится в железнодорожные отвалы. Схема вскрытия карьера А2 характеризуется наличием двух автомобильных выездов. Первый выезд для технологического автотранспорта организован в северном направлении к отвалу № 1 и № 3. Второй построен по-восточному, юго-восточному бортам и ориентирован выездом на юг в направлении отвала № 4. Месторождение А3 вскрыто двумя капитальными траншеями внешнего заложения. Основной вскрывающей выработкой карьера по разносу южного борта, является юго-восточная траншея глубиной 70 м, соединенная с горизонтами карьера системой двух пересекающихся в разных уровнях железнодорожных съездов, расположенных в восточном борту и связывающей карьер с фабрикой и отвалом. Северной траншеей на глубину 15 м, по которой транспортируется только порода в отвал. Юго-восточная траншея имеет внешнее заложение до кровли скальных пород и затем переходит в систему внутренних траншей. Северная траншея предназначена для вскрытия верхних горизонтов покровной толщи с помощью системы внутренних траншей, расположенных по северному и северо-западному борту. Руководящий уклон северной траншеи 25 %, юго-восточной 20 %. Нижние горизонты вскрыты железнодорожными тоннелями по тупиковой схеме. Для заезда автотранспорта в карьер в восточном и

южном бортах его устраивается система автомобильных съездов. Вскрытие месторождения С1 осуществляется траншеями внутреннего заложения со спирально-петлевой формой трассы.

Вскрытие с использованием подземных выработок применяется в особых условиях разработки.

3.1.3. Вскрышные работы

Вскрышные работы – горные работы по удалению покрывающих руду пустых (вскрышных) пород, включают процессы подготовки пород к выемке, выемочно-погрузочные работы, транспортировку и отвалообразование. Вскрышные работы ведутся для создания первоначального фронта добычных работ при строительстве карьеров и в период эксплуатации для сохранения и развития этого фронта. Вскрышные породы, не содержащие полезных компонентов, удаляются во внешние или внутренние отвалы. В случае если вскрышные породы пригодны в строительной сфере (песок, глина, известняк и так далее), то они могут направляться на дальнейшую переработку в виде дробления и сортировки или реализовываться сторонним потребителям.

Вскрышные работы подразделяются на горно-капитальные и текущие.

Горно-капитальные вскрышные работы в основном выполняются на карьере до его ввода в эксплуатацию на пусковую мощность и к ним относятся работы, связанные с удалением вскрышных пород, а также включают возведение первоначальных отвальных насыпей. После ввода в эксплуатацию к горно-капитальным вскрышным работам также будут относиться работы по проходке капитальных траншей и полутраншей, тоннелей, рудоспусков и т. д. При реконструкции и расширении карьера к горно-капитальным вскрышным работам относятся проходка постоянных вскрывающих выработок и удаление пустых пород в объеме, определенном технико-экономическими расчетами.

Текущие вскрышные работы производятся на предприятии в период его эксплуатации. Это работы по зачистке вскрытых запасов полезных ископаемых, проведению очередных участков разрезных траншей на вскрытых уступах (для увеличения длины фронта работ), удалению покрывающих и вмещающих пустых пород в отвалы.

Таблица .. Общие сведения о технологии отработки и типах применяемого оборудования на карьерах по добыче руд черных металлов

№ п/п	Наименование предприятия/структурного подразделения	Типы выемочных машин на вскрышных и добычных работах	Технические характеристики, определяющие степень воздействия на окружающую среду
1	2	3	4

1	A1	Экскаваторы ЭШ-10/50, ЭШ-10/70, Hitachi EX5600, Hitachi EX5500-6, Hitachi EX3600-6, Terex RH 170-B, погрузчик CAT-993K	Массогабаритные размеры Давление на грунт Тип, объем и мощность ДВС Тип используемого топлива
2	A2	Экскаваторы ЭКГ-5А, ЭКГ-8И, ЭКГ-10, ЭКГ-12К, ЭШ-10/60, ЭШ-11/50	Расход топлива Угол поворота экскаватора
3	A3	Экскаваторы ЭКГ-6,3УС, ЭКГ-8УС, ЭКГ-8И, ЭКГ-10, ЭКГ-12К, ЭКГ-15М, ЭШ-10/50	Объем ковша Механизм хода (гусеничный или колесный)
4	A4	Экскаваторы ЭКГ- 8И, ЭКГ-10, ЭКГ-15М, ЭШ-10/50	Наличие системы пылеподавления Продолжительность рабочего цикла
5	B1	Экскаваторы ЭКГ-8И, ЭШ-6-45, ЭШ-5-45	Гидравлическая система
6	B2	Экскаваторы Komatsu PC 750, Komatsu 1250	Потребляемая мощность электродвигателей
7	B3	Экскаваторы ЭКГ-5А, Komatsu 1250, CAT-385	Ресурс до капитального ремонта
8	C1	Экскаваторы ЭКГ-8И и Hitachi	Показатели по шуму, вибрации

Из таблицы 3.2 видно, что в качестве выемочных машин для разработки месторождений используются экскаваторы типа ЭКГ, ЭШ и гидравлические экскаваторы различных производителей.

В процессе вскрышных работ выделяется пыль. В сухое время года применяется орошение экскаваторного забоя. В таблице 3.3 представлены объемы выбросов пыли при проведении вскрышных и добычных работ. Удельные значения основных загрязняющих веществ определены как кг/т переработанного сырья.

Таблица .. Выбросы пыли в атмосферный воздух при вскрышных и добычных работах (по данным КТА)

№ п/п	Наименование объекта	Валовые выбросы загрязняющих веществ, т		Удельные показатели выбросов, кг/т	
		макс.	мин.	макс.	мин.
1	2	3	4	5	6
1	A1	203,0	173,4	0,003	0,002
2	A2	297,1	207,6	0,1	0,1
3	A3	871,7	734,1	0,1	0,1
4	A4	1139,8	1036,3	0,2	0,1
5	B1	9,6	4,7	0,1	0,005
6	B2	86,9	0,5	0,1	0,0005

7	C1	34,1	29,0	0,1	0,03
---	----	------	------	-----	------

Из таблицы 3.3 следует, что удельные показатели выбросов пыли колеблются от 0,003 до 0,1 кг/т добываемой руды, на интенсивность пылевыведения оказывают влияние используемых экскаваторов, площади их ковша, продолжительности работы спецтехники, использования орошения экскаваторного забоя в сухое время года.

Таблица .. Технические решения для контроля выбросов загрязняющих веществ (по данным КТА), используемые на предприятиях

№ п/п	Технические решения	Загрязняющее вещество	Применимость	Принцип работы и технические характеристики	КПД факт	Наличие на объекте
1	2	3	4	5	6	7
1	Аспирационные системы	Пыль аспирационная	складирование в хвостохранилище	Корпус дробления АТУ-1	95	B1
				Корпус дробления АТУ-2	92	
				Корпус дробления АТУ-3	95	
				Корпус дробления АТУ-4а	93	
				Корпус дробления АТУ-4б	95	
				Корпус дробления АТУ-5а	93	
				Корпус дробления АТУ-5б	94	
2	Рукавный фильтр	пыль	на буровых станках		94	B2

3.1.4. Системы разработки

Способы вскрытия и система вскрывающих выработок органически связаны с применяемой системой разработки и ее параметрами. Под системой открытой разработки месторождения понимается установленный порядок выполнения во времени и в пространстве горно-подготовительных, вскрывных и добычных работ и последовательность выполнения открытых горных работ в пределах карьерного поля или его участка. Системы открытой разработки определяют тип

горнотранспортного оборудования, главные параметры карьера и его основные элементы, а также технико-экономические показатели работы карьера в целом. Правильный выбор системы разработки обеспечивает экономичную и безопасную разработку при рациональном использовании запасов месторождения и охрану окружающей среды.

К элементам системы разработки относят уступы, фронт работ уступа и карьера, рабочую зону карьера, рабочие площадки, транспортные и предохранительные бермы. Параметры элементов системы разработки (высота уступов, ширина рабочих и нерабочих площадок, длина фронта работ, скорость подвигания фронта работ, размеры панелей и заходок и др.) взаимосвязаны с рабочими параметрами и мощностью комплекса оборудования.

Основные показатели системы разработки: скорость подвигания уступов, скорость углубки карьера, производительность с единицы рудного и породного фронтов работ, производительность с 1 м^2 рабочей зоны (вскрышной, добычной). Основные показатели системы разработки: скорость подвигания уступов, скорость углубки карьера, производительность с единицы рудного и породного фронтов работ, производительность с 1 м^2 рабочей зоны (вскрышной, добычной).

На горнодобывающих предприятиях Республики Казахстан наибольшее распространение получили транспортные системы разработки карьеров, при которых перемещение пород во внутренние (расположенные в выработанном пространстве) или внешние (расположенные за границами карьера) отвалы производится железнодорожным, автомобильным, конвейерным, и комбинированным транспортом.

Система разработки месторождения А1 транспортная с перемещением вскрышных пород во внешние отвалы. Проектом горных работ на карьере А1 предусматривается отработка двух верхних уступов рыхлой толщи высотой 13 метров шагающими экскаваторами ЭШ-10/50 с погрузкой в железнодорожный транспорт. Разработка рыхлых пород покрывающей толщи (пески, суглинки, глина чеганская, опоковидная глина с кремнистыми включениями) осуществляется уступами высотой 10-15 м. При разработке песков используются драглайны ЭШ-10/70, при этом высота рабочего уступа составляет 24 м. Углы откосов рабочих уступов при построении промежуточных планов по рыхлым породам приняты до 50°. Углы откосов рабочих уступов по скальным породам приняты до 80°.

Железородное месторождение А2 разрабатывается открытым способом с применением автомобильного транспорта. Горно-геологические условия залегания железных руд на месторождении предопределили применение на карьере транспортной системы разработки с вывозом руды автомобильным транспортом на поверхность, где

богатая руда перевозится до перегрузочного склада и далее перегружается в думпкары и транспортируется на ДОФ, а бедная руда до приемного бункера комплекса крупнокусковой магнитной рудоразборки.

Система разработки карьера АЗ принята транспортная, с применением комбинированного (автомобильного и железнодорожного) транспорта. Вскрышные породы транспортируются на внешний и внутренний отвалы, руда на обогатительную фабрику. Направление горных работ развивается вкрест простирания рудных тел. Элементы системы разработки следующие: разработка рыхлых пород месторождения предусматривается механизированными лопатами ЭКГ-10 с непосредственной погрузкой в железнодорожный транспорт. Высота уступов принята от 10 до 14 м. Скальные породы и руда обрабатываются 20-метровыми уступами с помощью экскаваторов ЭКГ-8И и ЭКГ-10 с погрузкой, как в железнодорожный транспорт, так и в автомобильный с дальнейшей экскаваторной внутрикарьерной перегрузкой в железнодорожный транспорт. По рыхлым породам расчетная ширина рабочих площадок при работе мехлопат на железнодорожный транспорт принята 40 м.

Карьер С1 обрабатывается транспортной системой разработки с внутренним отвалообразованием. Выемка руды проводится на основании проекта с учетом положения забоев и экскаваторов, скважин, количества руды по сортам и очередности выемки разрыхленной горной массы. Вскрышные работы производятся уступами высотой 10 м. Образующаяся после взрывания пустая порода, отгружается экскаваторами ЭКГ-8И и Hitachi в большегрузные автосамосвалы и вывозится на внутренние отвалы вскрышных пород. Руда загружается в большегрузный автотранспорт и перевозится на прикарьерный рудный склад. Далее руда перегружается в железнодорожный транспорт экскаватором ЭКГ или погрузчиком Cat для доставки на фабрики.

3.1.5. Буровзрывные работы

Буровзрывные работы представляют собой комплекс работ, связанных с подготовкой скального массива пород к экскавации.

Ввиду крепости скальных пород их экскавация без предварительного буровзрывного или механического рыхления не может быть произведена, так как современным канатным, реечным или гидравлическим экскаваторам не хватает усилия на ковше для разрушения скального массива пород.

Для подготовки к экскавации плотных, рыхлых, смерзшихся или скальных горных пород к выемке применяется предварительное рыхление или механическим способом (фрезы, рыхлители), или буровзрывным способом. Ввиду большой производительности и конструктивных параметров, таких как высота забоя железорудных карьеров до 15 метров, механическая подготовка массива нецелесообразна и малоэффективна, порой технически невозможна.

Развитие буровзрывных работ в карьерах происходит в зависимости от совершенствования средств взрывания и методов бурения скважин для закладки ВВ. Расчет параметров взрывного рыхления базируется на пропорциональной зависимости разрушенного объема определенной горной породы от массы заряда ВВ. Свойства массива в этом расчете учитываются через удельный расход ВВ, величина которого устанавливается расчетными методами или эмпирически. В настоящее время на всех железорудных карьерах используется буровзрывной способ рыхления массива, основанный на методе скважинных зарядов. ВВ закладывается непосредственно в скважины, пробуренные буровыми станками в массиве пород.

На карьерах предприятий А, В и С горные работы ведутся с предварительной буровзрывной подготовкой. Для обуривания скальной вскрышной породы и руды с учетом физико-механических свойств пород месторождения производится преимущественно станками шарошечного бурения СБШ-190/250-60, СБШ-250МНА32 с диаметром бурения 250 мм которые получили наибольшее распространение на открытых горных работах при добыче железной руды. Также применяются дизельные буровые станки EPIROC DM75 LP с диаметром бурения 150 – 250 мм, ROC L8, Pit Viper 235.



а – СБШ-250МНА32, б – DM75

Рисунок .. Буровые станки, используемые на карьерах

Эффективность буровзрывных работ в значительной мере зависит от правильного выбора ВВ для конкретных горно-геологических условий взрывания. Выбор типа ВВ должен производиться с учетом ряда производственных, геологических, гидрогеологических, технических и экономических факторов. Физико-механические свойства горных пород, их минералогический состав и строение определяют крепость и взрываемость горных пород. Чем выше плотность породы, ее твердость и вязкость, тем больше требуется энергии на ее разрушение и перемещение. В условиях конкретного применения ВВ выбирают с учетом этих соображений, а также практического опыта

горного предприятия и технологичности ВВ в соответствии с принятой схемой механизации взрывных работ.

В то же время высокая цена на ВВ заводского приготовления вынуждает предприятия удешевлять буровзрывные работы, повышать эффективность взрывных работ, снижать долю их затрат в себестоимости продукции. Все это достигается за счет применения новых дешевых ВВ, изготавливаемых на местах производства работ, которые просты в изготовлении, безопасны в применении, позволяют использовать существующие зарядно-доставочные машины и механизмы. В качестве ВВ для взрывания скважин в основном применяются гранулит-Э, гранулит-ЭМ и гранулотол. По сравнению с ВВ заводского изготовления гранулит-Э обладает пониженной чувствительностью к механическим, тепловым воздействиям и поэтому менее опасен в обращении. Простота технологии изготовления гранулита-Э позволила осуществить приготовление взрывчатой смеси непосредственно у устья скважины.

Взрывные работы на карьерах осуществляются на основании типового проекта буровзрывных работ. Сущность метода скважинных рядов заключается в размещении ВВ в наклонных или вертикальных скважинах с забойкой (заполнением) верхней части инертными материалами из песка, буровой мелочи или забоечного материала специального состава.

В качестве ВВ для взрывания скважин в основном применяются гранулит-Э, гранулит-ЭМ и гранулотол. Взрывание производится методом многорядных зарядов при помощи детонирующего шнура или систем инициирования неэлектрического взрывания с дублированием сети и применением короткозамедленного способа взрывания. Выход негабарита принят в количестве 1 % от взрывающей горной массы. Дробление негабарита на карьерах предусматривается механическим способом с использованием экскаватора оборудованного бутобоем.

При выборе ВВ учитывается также диаметр скважин и шпуров. Скважины располагаются в один или несколько рядов параллельно верхней бровке уступа и размещаются друг от друга на расчетном расстоянии по прямоугольной сетке или в шахматном порядке. На предприятии С1 взрывные скважины диаметром 245 мм располагаются по прямоугольной сетке в 5 – 12 рядов. Наиболее распространены схемы взрывания "на зажатую среду" или "на подпорную стенку". При зарядании скважин применяется сплошная колонка заряда с двумя боевиками. Верхний боевик имеет замедление 450 мс, нижний – 500 мс. Более 98 % используемых взрывных веществ – гранулит Э, изготавливаемый на месте производства работ и представляющий собой смесь аммиачной селитры и водомасляной эмульсии.

Таблица .. ВВ, используемые на действующих карьерах по добыче руд черных металлов в Республике Казахстан (по данным КТА).

	Наименование				

№ п/п	структурного подразделения	ВВ	Химический состав, %	Годовой расход ВВ, макс, т	Годовой расход ВВ, мин, т
1	2	4	5	6	7
1	А4	гранулит-Э	Гранулированная аммиачная селитра (NH ₄ N O ₃ содержание азота 34,4 % серы 14) до 85 % с водомасляной эмульсией 15 %	6622,9	3425,9
		гранулит-ЭМ		672,0	137,6
		гранулотол	Аммиачная селитра NH ₄ NO ₃ содержание азота 34,4% (94,5%±1) индустриальное масло, дизельное топливо (5,5 %±0,5)	122,3	36,5
2	А1	гранулит-Э	Гранулированная аммиачная селитра (NH ₄ N O ₃ содержание азота 34,4 % серы 14) до 85 % с водомасляной эмульсией 15%	20833,4	10054,8
		гранулит-ЭМ		1361,9	182
		гранулотол	Аммиачная селитра NH ₄ NO ₃ содержание азота 34,4% (94,5%±1) индустриальное масло, дизельное топливо (5,5%±0,5)	182,2	24,7
		гранулит-Э	Гранулированная аммиачная селитра (NH ₄ N O ₃ содержание азота 34,4% серы 14) до 85% с водомасляной эмульсией 15%	7268,2	2820,9
		гранулит-ЭМ		204,6	44,4

3	A2	гранулотол	Аммиачная селитра NH_4NO_3 содержание азота 34,4% (94,5%±1) промышленное масло, дизельное топливо (5,5%±0,5)	64,9	18,7
4	A3	гранулит-Э	Гранулированная аммиачная селитра (NH_4NO_3 содержание азота 34,4%	10510,2	7267,4
		гранулит-ЭМ	сера 14) до 85% с водомасляной эмульсией 15%	562,3	100,4
		гранулотол	Аммиачная селитра NH_4NO_3 содержание азота 34,4% (94,5%±1) промышленное масло, дизельное топливо (5,5%±0,5)	261,6	90,3

Основными эмиссиями при буровзрывных работах являются выбросы газообразных веществ (окислы азота, оксид углерода, диоксид серы) и пыли неорганической SiO_2 менее 20 %. Крупные частицы продуктов бурения оседают у устья скважины, а мелкие (в том числе и пылевые) уносятся на расстояние до 10 – 14 м. Пылеподавление и очистка забоя скважин от продуктов разрушения и выноса буровой мелочи осуществляется с помощью воздушно-водяной смеси, так как использование воды при пылеподавлении в технологическом процессе буровзрывных работ самый эффективный и доступный способ снижения загрязнения атмосферного воздуха. Данный метод позволяет снизить объемы пыли неорганической SiO_2 менее 20 % в 5 – 7 раз.

Мощные выбросы пыли происходят при массовых взрывах, достигают 100 – 250 тонн. Пылевое облако при массовом взрыве выбрасывается на высоту 150 – 300 м, в своем развитии оно может достигать высоты 16 км и распространяться по направлению ветра на значительные расстояния (10 – 14 км). Гидрообеспыливание для сокращения выделения и рассеивания вредных примесей при взрывных работах осуществляется с

помощью водяной забойки (гидрозабойки). Гидрозабойка выполняется с использованием полиэтиленовых емкостей, наполненных водой. Применение гидрозабойки позволяет сократить объемы образующейся пыли в пылегазовом облаке 20 – 30 %, а объем образующихся окислов азота уменьшается в 1,5 – 2 раза [11].

В таблицах 3.6, 3.7, 3.8 представлены объемы выбросов пыли, окислов азота и углерода оксида при проведении буровзрывных работ. Удельные значения основных загрязняющих веществ определены как кг/т переработанного сырья.

Таблица 3.6. Выбросы пыли в атмосферный воздух при проведении буровзрывных работ (по данным КТА)

№ п/п	Наименование объекта	Валовые выбросы загрязняющих веществ, т		Удельные показатели выбросов, кг /т	
		Макс.	Мин.	Макс.	Мин.
1	2	3	4	5	6
1	A1	399,4	295,9	0,04	0,02
2	A2	7,5	5,2	0,003	0,001
3	A3	63,7	53,7	0,01	0,01
4	A4	46,6	42,4	0,01	0,01
5	B4	747,5	725,5	0,9	0,5
6	C1	13,3	11,3	0,05	0,01

В ходе проведенного КТА было оценено общее воздействие крупных предприятий по добыче и обогащению железной руды, действующих на территории Республики Казахстана. Было установлено, что удельные выбросы пыли в атмосферу от предприятий колеблются в пределах от 0,003 до 0,9 кг/т добытой руды, данное расхождение зависит от физико-механические свойства горных пород и их обводненности, методов взрывания, время производства массового взрыва, метеословия на момент массового взрыва и др.

Таблица .. Выбросы окислов азота в атмосферный воздух (по данным КТА)

№ п/п	Наименование объекта	Валовые выбросы загрязняющих веществ, т		Удельные показатели выбросов, кг /т	
		Макс.	Мин.	Макс.	Мин.
1	2	3	4	5	6
1	A1	186,2	137,9	0,02	0,01
2	A2	19,7	13,8	0,008	0,004
3	A3	13,8	11,6	0,002	0,002
4	A4	9,3	8,5	0,002	0,001
5	B3	1,8	1,5	0,002	0,001
6	C1	0,6	0,5	0,002	0,0006

Из таблицы 3.7 следует, что удельные показатели выбросов окислов азота при буровзрывных работах в процессе добычи варьируются в пределах от 0,0006 до 0,02 кг/т добытой руды, это связано с количеством и химическим составом применяемых взрывных веществ, методами взрывания, времени проведения массового взрыва, метеоусловия на момент массового взрыва и др.

Таблица .. Выбросы оксида углерода в атмосферный воздух (по данным КТА)

№ п/п	Наименование объекта	Валовые выбросы загрязняющих веществ, т		Удельные показатели выбросов, кг/т	
		Макс.	Мин.	Макс.	Мин.
1	2	3	4	5	6
1	A1	286,6	212,3	0,03	0,02
2	A2	20,7	14,5	0,01	0,004
3	A3	81,4	68,6	0,01	0,01
4	A4	51,45	46,8	0,01	0,01
5	B3	9,1	8,0	0,01	0,01
6	C1	2,2	1,9	0,01	0,002

Из таблицы 3.8 следует, что удельные показатели выбросов оксида углерода при буровзрывных работах в процессе добычи варьируются в пределах от 0,002 до 0,03 кг/т добытой руды, это связано с химическим составом и количеством применяемых взрывных веществ, методами взрывания, времени проведения массового взрыва, метеоусловия на момент массового взрыва и др.

3.1.6. Добыча руды

Добычные работы представляют собой комплекс процессов по извлечению руды из массива горных пород. На открытых карьерах по добыче черных руд в Республике Казахстан выемка производится отдельными слоями, формируемыми в виде уступов, глубина горных работ достигает более 500 м (предприятие А3), средняя высота уступов 10 – 15 м. Углы откосов рабочих уступов при построении промежуточных планов по рыхлым породам принимаются до 500. Углы откосов рабочих уступов по скальным породам принимаются до 800.

Добыча руды в карьерах осуществляется экскаваторным способом. Основное распространение на добыче руды получили одноковшовые экскаваторы типа ЭКГ с объемами ковша от 5 до 20 м³ и гидравлические экскаваторы типа прямая лопата с вместимостью ковша до 30 м³ (перечень применяемых типов и моделей экскаваторов приведен в разделе 3.1.2).

Процесс экскавации руды из массива заключается в срезании стружки режущей кромкой ковша, повороте экскаватора к месту разгрузки, разгрузке ковша и возвращении рабочего органа в забой. Выемка взорванной горной массы крепких пород осуществляется загрузлением ковша в развал. Рабочий цикл по добыче экскаватора

складывается из операций: черпания, выведения ковша из забоя, поворота его к месту разгрузки, подъема или опускания ковша на уровень разгрузки, возвращения ковша в забой и установки его для черпания.

По средствам перемещения рукояти с ковшом современные экскаваторы разделяются на канатные и гидравлические. Разгрузка у гидравлического экскаватора осуществляется опрокидыванием или раскрытием ковша. У канатного экскаватора разгрузка осуществляется отрыванием днища ковша над местом разгрузки. Разгрузка руды осуществляется в автосамосвалы или железнодорожные думпкары.

При разработке забоя с погрузкой горной массы в средства железнодорожного транспорта ось железнодорожного пути располагают на определенном расстоянии максимального радиуса черпания от оси экскаватора. При автомобильном транспорте автосамосвалы могут располагаться сбоку или позади экскаватора в зоне разгрузки ковша с минимальным углом разворота от места черпания. При конвейерном транспорте горная масса загружается экскаватором в бункер-питатель, который располагается сбоку экскаватора или внутри заходки позади экскаватора.

Текущие объемы потребления энергетических ресурсов (по данным КТА) при проведении вскрышных и добычных работ приведены в таблице 3.16 раздела 3.1.11.

3.1.7. Транспортировка

Для перевозки вскрышных пород, руды и материалов используют транспорт непрерывного действия (конвейерный, трубопроводный) и циклического действия (железнодорожный, автомобильный) (см. рисунок 3.7). При большой производительности карьеров преимущественно применяется железнодорожный транспорт.

Транспортировка карьерных грузов является наиболее энергоемким производственным процессом на предприятиях по добыче металлических руд. Исходя из существа открытых горных разработок, перевозке подлежат: вскрышные породы, руда и материалы для производства горных работ. Для перевозки карьерных грузов используются почти все известные виды транспорта: непрерывного действия (конвейерный); циклического действия (железнодорожный, автомобильный). Каждый вид транспорта обладает своей специфичностью, поэтому для эффективного использования в зависимости от горнотехнических условий он может применяться в грузопотоках в единственном виде или в комбинации с другими.

В настоящее время на предприятиях Республика Казахстан вскрышные породы и руда перевозятся автомобильным и железнодорожным транспортом и их комбинацией, в меньшей степени используется конвейерный транспорт.

Таблица .. Общие сведения о технологии отработки и типах применяемого оборудования на карьерах по добыче руд черных металлов

	Наименование предприятия/	Технология отработки, типы транспортных	Технические характеристики,
--	---------------------------	---	-----------------------------

№ п/п	структурного подразделения	машин на вскрышных и добычных работах	определяющие степень воздействия на окружающую среду
1	2	3	4
1	A1	Транспортная, комбинированный (автомобильный и железнодорожный) автосамосвалы Hitachi EH3500AC2, Hitachi EH4000 AC-3, БелАЗ-75131, думпкары	<p>Массогабаритные размеры</p> <p>Давление на грунт</p> <p>Тип, объем и мощность ДВС</p> <p>Тип используемого топлива</p> <p>Расход топлива</p> <p>Общий расход материалов, затраченных на рейс</p> <p>Грузоподъемность</p> <p>Объем кузова</p> <p>Высота погрузки</p> <p>Ресурс до капитального ремонта</p> <p>Время разгрузки</p> <p>Показатели по шуму, вибрации</p>
2	A2	Транспортная, автомобильный автосамосвалы БелАЗ-75131	
3	A3	Транспортная, комбинированный (автомобильный и железнодорожный) автосамосвалы, думпкары	
4	A4	Транспортная, комбинированный (автомобильный и железнодорожный) автосамосвалы, думпкары	
5	B1	Транспортная, комбинированный (автомобильный и железнодорожный) автосамосвалы, думпкары	
6	B2	Транспортная, автомобильный автосамосвал	
7	B3	Транспортная, автомобильный автосамосвалы БелАЗ-7523, Komatsu HD-465 и CAT -773E	
8	C1	Транспортная, автомобильный автосамосвалы БелАЗ 130, R-170	

Основным же видом транспорта для перевозки руды и пород вскрыши является автомобильный автосамосвалами марки БелАЗ, Komatsu, HONDA, Cat, грузоподъемностью от 35 до 130 тонн.

Конвейерный транспорт обеспечивает поточность производства горных работ, автоматизацию управления и высокую производительность труда. Сочетание его с выемочно-погрузочной и отвалообразующей техникой позволяет создавать полностью автоматизированные высокопроизводительные комплексы для разработки горных пород.

По назначению и месторасположению в карьере конвейерный транспорт разделяется на забойный, сборочный, подъемный, магистральный и отвальный. Забойные конвейеры располагают на рабочей площадке уступа. Сборочные конвейеры перемещают вслед за забойными конвейерами параллельно их оси. Подъемные конвейеры располагают в нерабочей или временно нерабочей зоне карьера и предназначены для доставки горной массы из рабочей зоны карьера на поверхность. Магистральные конвейеры располагают на поверхности карьера и предназначены для транспортировки пород вскрыши к отвалам, а полезного ископаемого – на обогатительную фабрику или к складам. Отвальные конвейеры располагают на отвалах и перемещают вслед за отвальным фронтом.

Железнодорожный транспорт является распространенным транспортом на железорудных карьерах благодаря его высокой надежности в любых климатических условиях, высокой производительности и эффективности в эксплуатации. Принцип работы железнодорожного транспорта заключается в перемещении электровозами или тепловозами горных пород в думпкарах из забоев к месту разгрузки. Железнодорожные пути подразделяются на временные и стационарные. К временным относятся пути на рабочих площадках в карьере и на отвале. К стационарным относятся пути в траншеях, на транспортных бермах и на поверхности карьера.



а – железнодорожным, б- автомобильным и в – конвейерным транспортом

Рисунок .. Транспортировка руды

Движение автотранспорта в пределах добычных участков обуславливает выделение пыли. При взаимодействии колес с полотном дороги и в результате сдувания ее с

поверхности транспортируемого материала, находящегося в кузове, загрязняющие вещества выделяются при транспортировке ПСП, пустых пород и забалансовых руд в автосамосвалах.

В таблице 3.10 представлены объемы выбросов пыли при транспортировке. Удельные значения основных загрязняющих веществ определены как кг/т переработанного сырья.

Таблица 3.10. Выбросы пыли в атмосферный воздух (по данным КТА)

№ п/п	Наименование объекта	Валовые выбросы загрязняющих веществ, т		Удельные показатели выбросов, кг/т	
		Макс.	Мин.	Макс.	Мин.
1	2	3	4	5	6
1	A1	23,9	17,7	0,002	0,001
2	A2	395,6	276,4	0,2	0,1
3	A3	302,4	254,7	0,04	0,04
4	A4	253,9	230,9	0,04	0,03
5	B2	23,1	0,2	0,03	0,0002
6	C1	44,9	38,1	0,2	0,05

Из таблицы 3.10 следует, что удельные показатели выбросов пыли при транспортировке руды в процессе добычи колеблются в пределах от 0,0002 до 0,2 кг/т добытой руды, такое расхождение в удельных показателях может быть связано с мощностью и грузоподъемностью используемой техники, также с природной увлажненностью руды.

Автотранспорт при транспортировке горной массы поднимает большое количество пыли. Автомобильные дороги на карьерах, использующих автотранспорт, занимают одно из первых мест в балансе пылевыведения по всем источникам выделения пыли в карьере. На их долю приходится 70 – 90 % всей выделяемой пыли. Интенсивность выделения пыли карьерных автодорог зависит от состояния дорожного покрытия, скорости движения автотранспорта и климатических условий. Особенно большое пылевыведение на грунтовых дорогах, а также на щебеночно-гравийных, не обработанных специальными составами.

Сухой способ очистки дорог применяется в районах ограничения применения воды и в холодный период года. Очистка производится легкими или средними бульдозерами, автогрейдерами, универсальными погрузчиками.

Для борьбы с пылью в теплое время года на автодорогах предусматривается мокрый способ (гидрообеспыливание) – полив проезжей части водой. Наиболее часто для полива автодорог на карьерах используются поливочные машины на базе БелАЗ,

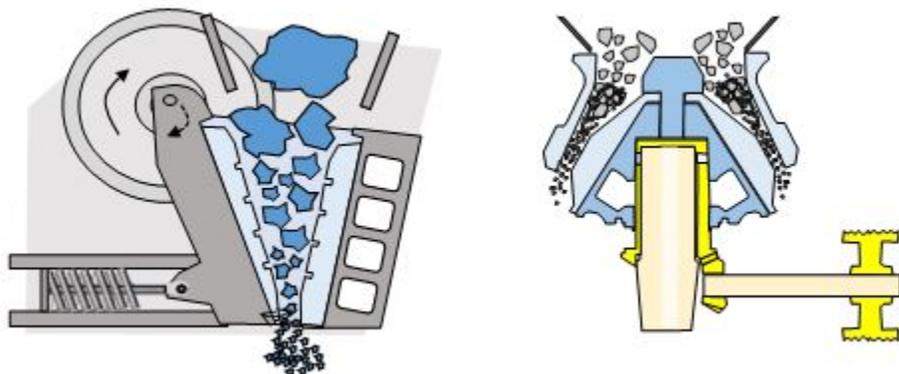
КамАЗ. Забор воды на пылеподавление осуществляется из зумпфов-отстойников, находящихся внутри карьера или временного накопителя, расположенного на поверхности

3.1.8. Первичное дробление

Дробление и измельчение выполняют для получения кусков руды, требуемых крупности, гранулометрического состава или степени раскрытия минералов, пригодных для последующих процессов обогащения. По своему назначению процесс дробления может быть подготовительным и самостоятельным. Дробление является первым этапом в процессе измельчения. Условно принято считать, что при дроблении получают частицы крупнее 5 мм, а при измельчении - мельче 5 мм. Размер наиболее крупных зерен, до которого необходимо раздробить или измельчить полезное ископаемое при его подготовке к обогащению, зависит от размера включений основных компонентов, входящих в состав полезного ископаемого, и от технических возможностей оборудования, на котором предполагается проводить следующую операцию переработки раздробленного (измельченного) продукта. В зависимости от крупности исходной руды и крупности дробленого продукта различают три стадии дробления:

- 1) крупное – от 1500 – 300 до 350 – 100 мм;
- 2) среднее – от 350 – 100 до 100 – 40 мм;
- 3) мелкое – от 100 – 40 до 30 – 5 мм.

Дробление проводят на специальных дробильных установках (дробилках). В зависимости от целей дробления и прочности материала дробления применяют дробилки различного типа (щековые, конусные, барабанные, барабанно-молотковые, валковые, зубчатые, молотковые, роторные).



а – щековой, б – конусной

Рисунок .. Принципиальная схема работы дробилки

Под процессом первичного дробления понимается наличие в карьере или на его борту дробильного комплекса, который служит для первичного дробления руды или

вскрышной породы. В железорудных карьерах первичное дробление используется для возможности последующей транспортировки дробленого материала конвейерным транспортом или возможности первичного обогащения руды непосредственно в карьере или на его борту. Комплекс первичного дробления состоит из приемных бункеров, принимающих руду или породу от автосамосвалов, под приемными бункерами располагаются дробилки крупного дробления (конусные, реже щековые), позволяющие дробить руду или породу крупностью до 1500 мм. На выходе с дробильных установок крупность руды не превышает 300 – 400 мм, что позволяет производить ее дальнейшую транспортировку конвейерным транспортом.

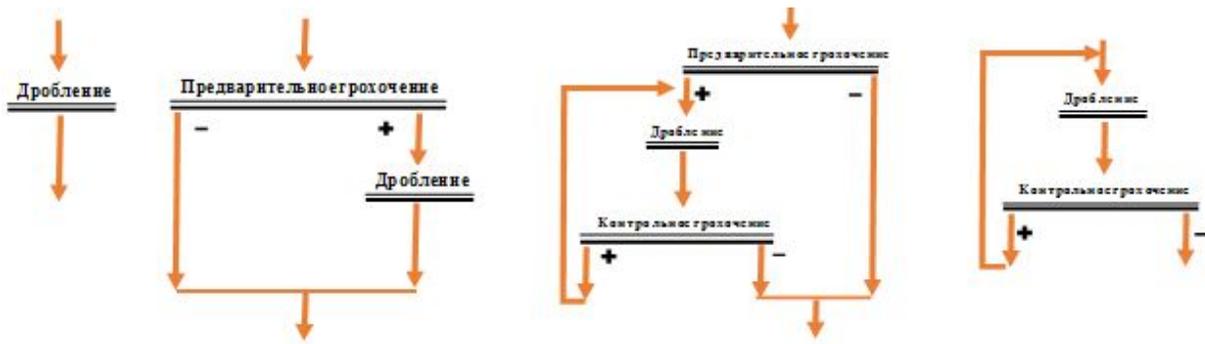


Рисунок .. Щековая дробилка ЩДП 15х21

Процесс дробления является энергоемким и дорогостоящим, поэтому рекомендуется соблюдать принцип "не дробить ничего лишнего", применяя предварительное или контрольное грохочение.

Для осуществления этого принципа после дробилок первой стадии могут располагаться грохоты или дробилки второй стадии, обеспечивающие дробление руды до крупности 150 – 200 мм, что позволяет транспортировать ее крутонаклонными конвейерами.

В зависимости от сочетания операций дробления и грохочения схема рудоподготовки бывает открытая и замкнутая. При дроблении в открытом цикле каждый кусок руды проходит через дробилку данной стадии только один раз (см. рисунок 3.10). При дроблении в замкнутом цикле наиболее крупные и чаще труднодробимые куски руды выделяются из дробленого продукта на грохоте (контрольное грохочение) и возвращаются на додрабывание в ту же дробилку.



а – в открытом цикле б – закрытом цикле

Рисунок .. Схемы одностадийного дробления

Первичное дробление используется при комбинированном автомобильно-конвейерном транспорте и является частью конвейерного комплекса. Руду или породу из забоя доставляют автомобильным транспортом до дробилки и после нее транспортируют подъемным конвейером на борт карьера и дальше магистральным конвейером на отвал, руду – на обогатительную фабрику.

Таблица .. Дробильно-сортировочные комплексы на действующих карьерах по добыче металлических руд в Республике Казахстан

№ п/п	Предприятие	Дробление и грохочение (классификация)
1	2	3
1	А	<p>1 стадия дробления – конусные дробилки крупного дробления ККД-1500/180</p> <p>2 стадия дробления – конусные дробилки "Hydrocone" Н-8800</p> <p>3 стадия дробления – КСД 2200А и КСД 2200Т или Н8800, TRIO TC84X, METSO HP800</p> <p>4 стадия дробления – конусные дробилки "Hydrocone" Н-6800, в конусных дробилках для мелкого дробления КМД-2200 Т, TRIO TC 84X, METSO HP800.</p> <p>1 стадия грохочения – инерционный грохот SkH×2S</p> <p>2 стадия грохочения ГИТ-51М</p>
2	В1	<p>1 стадия дробления – дробильно-фрезерная машина ДФМ-11-Г.</p> <p>2 стадия дробления – молотковая дробилка СМД-102</p> <p>3 стадия дробления – дробилка СМД-102</p> <p>1 стадия грохочения – грохота ГИТ-51Н и ГИТ-71Н</p>

		2 стадия грохочения – грохот ГИТ-71Н
3	В2	1 стадия дробления – щековая дробилка С-125 2 стадия дробления – конусная дробилка КСД 2200Т 1 стадия грохочения – грохот ГИТ-42М
4	В3	1 стадия дробления – щековая дробилка С140 2 стадия дробления – конусная дробилка NW HP 400 3 стадия дробления – центробежные дробилки BARMAC 9100 1 стадия грохочения – грохот METSO B16-50-3V 2 стадия грохочения – грохот MULTIFLOW 3x8,5 DD 3 стадия грохочения – грохот NW2060 CVB
5	С	1 стадия дробления – щековая дробилка ЩДП 15x21 2 стадия дробления – конусная дробилка КСД 2200Т

Таблица .. Подземные дробильные комплексы первичного дробления руды на горнодобывающих предприятиях Республики Казахстан.

№ п/п	Предприятие	Дробление и грохочение (классификация)
1	2	3
1	А5	Дробильно-бункерный комплекс
2	В4	Два подземных дробильных комплекса с щековыми дробилками СМД-111
3	С2	Два подземных дробильных комплекса с щековыми дробилками СМД-111Д
4	С3	Дробильно-бункерный комплекс

3.1.9. Обращение со вскрышными породами

Отвалообразование и складирование являются заключительными технологическими процессами в разработке горных пород на карьерах. Насыпь пустых пород называется породным отвалом, насыпи пород плодородного слоя, некондиционных руд и полезного ископаемого – складами или спецотвалами.

Породные отвалы обустройства до начала производственных работ и различают по месторасположению относительно контура карьера, числу ярусов отсыпки и средствам механизации отвальных работ, которые гарантируют безопасное с точки зрения здоровья и окружающей среды складирование производственных отходов. При разработке горизонтальных и пологих месторождений отвалы располагают в выработанном пространстве внутри контура карьера. Эти отвалы называются внутренними. При разработке наклонных и крутых месторождений отвалы располагают на поверхности за контуром карьера, поэтому они называются внешними. Отвалы отсыпают в один или несколько ярусов. Высота яруса определяется устойчивостью, которая зависит от свойств складироваемых пород, рельефа поверхности, гидрогеологических, климатических условий и технологии отвалообразования.

Отвалообразование мягких горных пород при конвейерном транспорте производится транспортно-отвальными мостами, консольными отвалообразователями, при железнодорожном транспорте – драглайнами, при автомобильном транспорте – бульдозерами. При бульдозерном отвалообразовании на горнорудных предприятиях Республики Казахстан применяются тяжелые бульдозеры типа Д355, Д155, ТД-40Е, ТД-25, Д9R, ТД-20, D10T (класса тяги 25 – 45 тс).

Не отвечающие в настоящее время требованиям кондиций или потребителей, руды укладываются в отдельные отвалы. Технология отвалообразования и комплексная механизация аналогичны отвалообразованию пустых пород. Аналогично складировываются попутные полезные ископаемые, не используемые в данный момент потребителем.

Образующиеся отходы вскрышных и вмещающих пород, буровые шламы и другое, размещаются на территории предприятия и могут быть источником загрязнения почвенного и растительного покрова, загрязнения поверхностных водных объектов и грунтовых вод.

Серьезной проблемой всех горно-обогатительных предприятий, имеющих намывные хвостохранилища и шламоохранилища, является наличие отработанных сухих пляжей, на которых при скорости ветра более 5 м/с начинается интенсивное пыление.

В настоящее время закрепление сухих пылящих пляжей осуществляется с применением химических и биологических методов. Химическое закрепление заключается в обработке поверхности закрепляющими растворами: например, реагентом Dustbint, бишофит, хлористый кальций. Недостатком этого метода являются сезонность его применения (закрепления возможного только при температуре + 4 °С и выше) и неустойчивость при скорости ветра более 15 – 20 м/с.

Биологическое закрепление пляжей осуществляется путем посева определенных растений, корневая система которых препятствует пылению.

Образующиеся отходы от вспомогательного производства передаются на утилизацию сторонним организациям, либо размещаются на полигоне. Отходы из шахт

и карьеров металлосодержащего минерального сырья, включая вскрышные породы складироваться в отвалы.

В таблице 3.13 представлены данные по отходам производства при открытой добыче железных руд. Удельные значения основных загрязняющих веществ определены как кг/т переработанного сырья.

Выбросы пыли в атмосферу происходят при формировании отвала и при сдувании твердых частиц с поверхности отвала. Выделение пыли при формировании отвала зависят от типа используемого оборудования, объема и влажности одновременно перегружаемого материала, высоты пересыпа, климатических особенностей местности и эффективности применяемых средств пылеподавления.

Таблица .. Отходы при открытой добыче железных руд.

№ п/п	Наименование отхода	Объем образования отходов, тыс. т/год		Использовано отходов, тыс. т/год		Объем размещения отходов тыс. т/год		Удельные показатели образования отходов на единицу произведенной продукции, кг/т о н н у продукции		Применение вскрышных пород/размещение	Размещение/складирование (варианты указаны ниже, могут быть дополнены)
		Макс.	Мин.	Макс.	Мин.	Макс.	Мин.	Макс.	Мин.		

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Добыча железных руд открытым способом											
1	A1										
2	Отходы горнодобывающей промышленности	0,7	0,6	4,9	3,5	4,9	3,5	0,6	0,3	Образующиеся отходы от вспомогательного производства передаются на утилизацию сторонним организациям, либо размещается	Размещение на полигоне, передача сторонним организациям на утилизацию и (или) реализация сторонним

										на полигоне.	организациям
3	Отходы из шахт и карьеров в металлосодержащего минерального сырья, включая вскрышные породы	100470	53688	196,1	0,0	100470	53688	10443,8	4134,6	Отходы из шахт и карьеров в металлосодержащего минерального сырья, включая вскрышные породы складируются в отвалы.	Размещение на полигоне, передача сторонним организациям на утилизацию и (или) реализация сторонним организациям
4	A2										
5	Отходы горнодобывающей промышленности	0,2	0,06	0	0	0,2	0,06	10232,3	4477,4	Образующиеся от вспомогательного производства передаются на утилизацию сторонним организациям, либо размещается на полигоне.	Размещение на полигоне, передача сторонним организациям на утилизацию и (или) реализация сторонним организациям
6	Отходы горнодобывающей	0,1	0,02	0	0	0	0	0,05	0,01	Используются повторно	

11	осодержащего минерального сырья, включая вскрышные породы	20242,3	8901,0	20199,6	8137,4	2684,2	0	3247,7	1202,8		Отвал вскрышных пород
12	A4										
13	Отходы горнодобывающей промышленности	12599,8	8697,3	5964,3	1979,2	9058,4	6529,7	0,0	0,0		Отвал вскрышных пород
14	Отходы горнодобывающей промышленности	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0		Используются повторно в полном объеме
15	Отвалообразование в Соколовском месторождении	0,4	0,3	0,3	0,2	0,1	0,03	2222,2	1164,6		Размещение на полигоне, передача сторонним организациям на утилизацию и (или) реализация сторонним организациям
16	B1										
	Отходы из шахт										Пустая порода перемещается во внутрен

21	металлосодержащего минерального сырья, включая вскрышные породы	6258,0	6258,0	0,0	0,0	6473,1	6473,1	7822,5	4172,0		Размещение на отвале
22	золотак	0,1	0,1	0	0	0	0	0	0		Размещение на отвале
23	Летучая зола	0,1	0,1	0	0	0	0	0	0		Размещение на отвале
24	С1										
25	Отходы из шахт и карьеров минерального сырья, не содержащего металлы, включая вскрышные породы	9000,0	2517,0	9000,0	2517,0	0,0	0,0	31066,6	3053,5	Закладка в выработанное пространство карьера	Образующиеся отходы: вмещающая порода – закладывается в выработанное пространство карьеров.

3.1.10. Карьерный водоотлив

Система осушения карьера представляет собой комплекс мер, направленных на удаление из карьерного пространства поступающих подземных вод, атмосферных осадков и инфильтрационных вод (технологические воды).

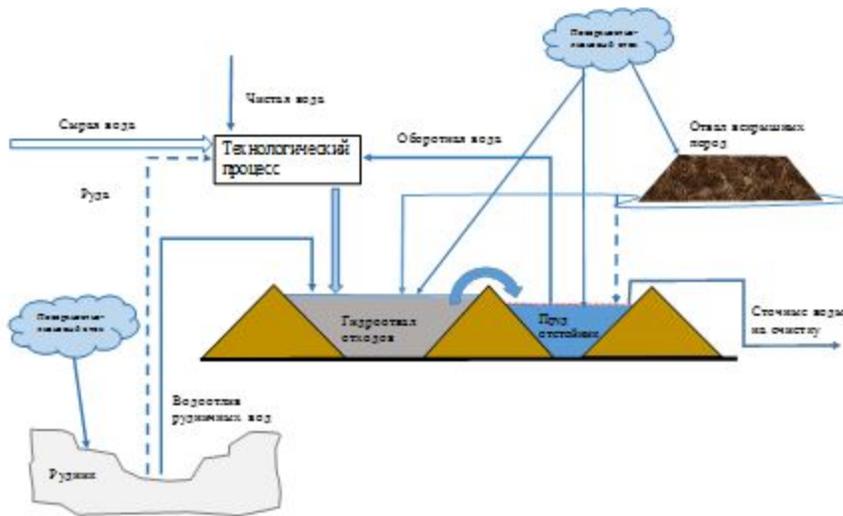


Рисунок .. Традиционная схема циркуляции воды

При открытой разработке карьерный водоотлив включает в себя устройства для регулирования внутрикарьерного стока, водосборники, карьерные насосные станции с водоотливными установками и с нагнетательными трубопроводами.

Устройства для регулирования внутрикарьерного стока включают пригрузки для предотвращения деформаций рыхлых пород на участках просачивания подземных вод на откосах, систему нагорных и водоотводных канав или труб для сбора воды на всех уступах и в выработанном пространстве и отвода воды вначале к участковым, а затем к главным водосборникам.

В зависимости от местоположения главных водосборников карьерный водоотлив разделяется на открытый, подземный и комбинированный, включающий элементы открытого и подземного.

При открытом водоотливе водосборники с насосными станциями располагают на самых низких отметках карьера. Насосные станции сооружают у водосборников и оборудуют водоотливными установками, производительность которых должна обеспечивать откачку максимального суточного притока воды, дополнительно предусматриваются резервные насосы. В районах, где притоки ливневых вод могут в несколько раз превышать нормальные, насосы главных водоотливов выполняют плавучими. При открытом водоотливе на обводненных карьерах применяют в основном высокопроизводительные низконапорные насосы. Нагнетательные трубопроводы прокладываются на нерабочих бортах карьеров. В зимнее время водоотливные установки, нагнетательные трубопроводы, а также водоотводные канавы защищаются от промерзания.

При подземном водоотливе в карьере вода перекачивается или отводится в специальные дренажно-водоотводные выработки (штреки), пройденные с уклоном в сторону водосборника с насосной камерой, откуда она откачивается насосами на поверхность через водоотливные стволы или скважины в поверхностные водотоки или

водоемы. При этом используются в основном те же насосы, что и при шахтном водоотливе.

Карьерные воды могут использоваться предприятием для подпитки системы оборотного водоснабжения.

Качественный состав воды карьерного водоотлива исследуется в ходе проведения аналитического контроля над сбросами сточных вод и оценке их влияния на природные воды.

В результате проведения КТА для предприятий, осуществляющих добычу железных руд открытым способом, были собраны данные по маркерным загрязняющим веществам в сбросах.

Данные по концентрациям, валовым сбросам и удельным значениям наиболее характерных загрязняющих веществ по предприятиям, прошедшим КТА приведены в таблице 3.14

Удельные значения основных загрязняющих веществ определены как кг/т переработанного сырья. Представленные в таблице загрязняющие вещества рассматривались с целью определения маркерных веществ.

Таблица 3.14. Валовые сбросы и удельные значения основных загрязняющих веществ при добыче железных руд открытым способом (по данным КТА)

№ п/п	Наименование вещества	Концентрация загрязняющих веществ, мг/дм ³		Сброс загрязняющих веществ, т/год		Удельные показатели сбросов на единицу выпуска конечной продукции или услуги* кг/т	
		Макс.	Мин.	Макс.	Мин.	Макс.	Мин.
1	2	3	4	5	6	7	8
	Добыча железных руд открытым способом						
1	А1						
2	Взвешенные вещества	359,4	306,6	280,4	231,1	0,03	0,02
3	нефтепродукты	0,3	0,3	0,1	0,1	0,00001	0,000007
4	Нитраты (по NO ₃)	635,3	547,7	905,8	739,2	0,1	0,06
5	Нитриты (по NO ₂);	25,3	22,1	34,1	27,9	0,004	0,002
6	Сульфаты (по SO ₄)	2501,9	2159,8	4411,7	3679,5	0,9	0,6
7	Марганец	3,8	3,2	3,3	2,7	0,0003	0,0002
8	Цинк	0,8	0,7	0,3	0,2	-	-
9	Свинец	0,03	0,03	0,03	0,03	-	-
10	А2						

11	Взвешенные вещества	1208,7	1054,1	280,1	234,6	0,1	0,07
12	нефтепродукты	1,1	0,9	0,3	0,2	0,0001	0,0001
13	Нитраты (по NO ₃)	723,5	619,0	376,9	314,9	0,2	0,1
14	Нитриты (по NO ₂);	9,6	8,3	6,4	5,4	0,003	0,002
15	Сульфаты (по SO ₄)	5047,5	4306,6	2549,7	2112,3	1,02	0,6
16	Железо общее	1,7	1,5	0,6	0,5	0,0003	0,0001
17	Марганец	1,3	1,1	1,3	1,1	0,0005	0,0003
18	А3						
19	Взвешенные вещества	216,8	185,5	170,8	146,3	0,03	0,02
20	нефтепродукты	15,0	13,1	0,2	0,2	0,00003	0,00002
21	Нитраты (по NO ₃)	41,5	36,2	19,3	15,9	0,003	0,002
22	Нитриты (по NO ₂);	1,9	1,6	0,9	0,8	0,0001	0,0001
23	Сульфаты (по SO ₄)	3759,8	3245,5	4101,3	3513,3	0,7	0,5
24	Железо общее	0,7	0,6	0,8	0,7	0,0001	0,0001
25	Марганец	0,4	0,4	0,6	0,5	0,0001	0,0001
26	В3						
27	Взвешенные вещества	87,5	87	8,5	8,0	0,01	0,01
28	нефтепродукты	0,1	0,1	0,03	0,01	0,00003	0,00001
29	Нитраты (по NO ₃)	66,0	37,0	45,0	42,0	0,06	0,03
30	Сульфаты (по SO ₄)	1344,0	683,5	336,0	335,0	0,4	0,2
31	Железо общее	0,9	0,9	0,2	0,2	0,0003	0,0001
32	Марганец	1,2	0,5	0,3	0,3	0,0004	0,0002

Удельные показатели сбросов зависят от притока карьерных вод и их качественного состава.

Виды и концентрация загрязняющих веществ в сточных водах зависят главным образом от состава перерабатываемого сырья и применяемых технологических реагентов, а также от качества очистки (обезвреживания) сточных вод.

Европейские справочники не содержат требований к показателям сточных вод. В Российском справочнике ИТС 25 – 2021 концентрации загрязняющих (маркерных) веществ в сбросах в водные объекты при добыче железных руд открытым способом представлены в таблице 3.15

Таблица .. Российские технологические показатели загрязняющих веществ в сбросах в водные объекты

№ п/п	Наименование загрязняющего вещества	Среднегодовая концентрация, мг/дм ³
1	2	3
1	Взвешенные вещества	≤26,0
2	Железо общее	≤0,5
3	Цинк	≤0,1
4	Марганец	≤0,4
5	Сульфат-анион(сульфаты)	≤390,0
6	Нитрат-анион	≤85,0
7	Нефтепродукты(нефть)	≤0,05

Загрязняющие вещества в рудничных водах – хлориды, сульфаты, марганец, железо – связаны с высокой минерализацией дренажных палеозойских вод в карьерах. Следует отметить, что высокие концентрации хлоридов и сульфатов характерны так же и для поверхностных вод Северного Казахстана, что не связано с производственной деятельностью предприятий, а является природным фактором региона. Повышенные содержания марганца и железа объясняются геохимической спецификой железорудного месторождения.

С производственной деятельностью машин и механизмов связано присутствие в сточных водах нефтепродуктов, фосфатов и взвешенных веществ. Применение в основном технологическом процессе взрывных работ обусловило наличие в карьерных водах загрязняющих веществ группы азота: нитратов, нитритов и азота аммонийного. Массовые взрывы на карьерах оказывают негативное влияние на окружающую среду. При взрывах выделяются ядовитые газы – оксид углерода, оксиды азота и пыль. Пока не изобретут эффективного и дешевого способа разрушения крепких скальных пород, взрывные технологии в обозримом будущем останутся на карьерах как самые опасные и экологически вредные. Для производства взрывных работ предприятия применяют штатные ВВ, основу которых составляет аммиачная селитра (порядка 90 %). В

настоящее время технология производства горных работ с применением ВВ как в Республика Казахстан, так и в мировой практике, не может полностью исключить попадания в дренажные воды остатков ВВ.

Содержание загрязняющих веществ азотной группы в сбрасываемых водах площадок не высокие.

Все сточные воды подвергаются очистке с целью удаления растворенных в них металлов и твердых частиц.

Характеристики приемников сточных вод.

На объекте А1 отвод стоков осуществляется по напорным трубопроводам, сброс сточных рудничных вод проводится через один выпуск в накопитель-испаритель Сорколь-Тызыгун. Как промежуточное звено действует накопитель-испаритель копань Качар. Накопитель-испаритель Сорколь-Тызыгун является конечным водоприемником вод, замкнутого типа, т. е. нет открытых водозаборов воды на орошение, не осуществляется сброс части стоков накопителей в другие природные объекты. Вода из копань Качар насосной установкой производительностью 400 м³/час перекачиваются по напорному трубопроводу в приемник насосной станции рудничных вод и оттуда в накопитель-испаритель Сорколь-Тызыгун.

На руднике А2 для очистки хозяйственно-бытовых стоков работает станция глубокой биологической очистки "Астра-100 лонг" и "Астра-150 лонг", общей производительностью 50 м³/час, жирулавливающей установки и сороудерживающего колодца производительностью 3л/с, резервуара для сточных вод объемом 50 м³.

Очистные сооружения для рудничных вод, сбрасываемых в накопитель-испаритель, не предусмотрены.

Дренажная насосная станция откачивает карьерную воду, поступающую самотеком по дренажным канавам в зумпф.

Откачка воды производится по трубопроводу, длиной от 600 до 700 м на поверхность в самотечную канаву и далее она поступит в озеро Кужай.

Водоприемником карьерных и сточных вод Куржункульской промышленной площадки является накопитель-испаритель оз. Кужай, где происходит доочистка сточных вод в естественных условиях.

Сточные воды от цехов по системе канализации самотеком поступают на очистные сооружения бытовой канализации, очищаются и затем сбрасываются в накопитель-испаритель. Озеро Кужай является технологическим водоемом и функционирует как накопитель-испаритель сточных вод Куржункульской промышленной площадки.

Объектами А3 водоотведение дренажных вод производится через шахту Южно-Сарбайская сбрасывается на обогатительную фабрику, и затем на хвостохранилище.

На объекте ВЗ сброс загрязненных подземных вод, отводимых из действующего карьера, вскрывающего железные руды месторождения, производится в пруд-испаритель.

Карьерные воды (водоотлив) карьера С1 отводятся на рельеф местности.

3.1.11. Потребление топливно-энергетических ресурсов

При проведении вскрышных и добычных работ на предприятиях используются следующие сырьевые и энергетические ресурсы:

моторное топливо (дизельное топливо, керосин, бензин);

электрическая энергия;

вода.

В общей доле потребления энергетических ресурсов на добычу открытым способом расходуется от 4 до 10 % от общего потребления. Основными потребителями энергоресурсов при открытой добычи руды являются:

для добычи и экскавации горной массы – применяют бурильные установки и экскаваторы, как правило данная техника потребляет электрическую энергию, также при осложненном доступе к электроэнергии применяют технику, работающую на моторном топливе (до 40 % от потребления электроэнергии карьером);

транспортировка горной массы – применяют карьерные самосвалы железнодорожный транспорт (думпкары), при достаточном заглублении карьера могут применять ЦПТ, как наиболее эффективные (до 70 % от потребления электроэнергии карьером).

Также при добычи открытым способом на предприятии могут применять предварительное дробление на карьере (при применении ЦПТ).

В виду того, что на предприятиях в большей степени не налажен отдельный учет потребляемых энергетических ресурсов по технологическим переделам были рассмотрены укрупненные показатели потребления ТЭР и удельных расходов на производимую продукцию.

В таблице 3.16 представлены текущие объемы потребления энергетических ресурсов применяемых при открытой добыче руд черных металлов. В качестве удельных расходов потребления ресурсов определено потребление ресурсов на тонну добытой руды.

Таблица .. Текущие объемы потребления энергетических ресурсов (по данным КТА) при проведении вскрышных и добычных работ

№ п/п	Наименование объекта	Потребляемый ресурс	Целевое назначение использования	Годовое потребление, т.у.т.	Удельное потребление, т.у.т./т
1	2	3	4	5	6
1	A1	Электрическая энергия	Вскрыша и добыча	24824,11	0,00258
2	A2	Электрическая энергия	Вскрыша и добыча	5226,857	0,00146

3	A3	Электрическая энергия	Вскрыша и добыча	7267,56	0,00098
4	A4	Электрическая энергия	Вскрыша и добыча	6486,999	0,00092
5	B1	Электрическая энергия	Вскрыша и добыча	1116,916	0,000839
6	B2	Электрическая энергия	Вскрыша и добыча	290,262	0,000278
7	B3	Электрическая энергия	Вскрыша и добыча	836,4	0,000558
8	C1	Электрическая энергия	Вскрыша и добыча	544,841	0,728
9	B1	Моторное топливо	Вскрыша и добыча	1076,838	0,00062
10	B2	Моторное топливо	Вскрыша и добыча	2555,998	0,00244
11	B3	Моторное топливо	Вскрыша и добыча	3840,4	0,00305

Из представленной таблице видно, что удельный расход электрической энергии на добытую руду может варьироваться в пределах от 0,00092 до 0,728 т.у.т. (1,92 – 20,9 кВт*ч/т) на тонну добытой руды. По данным ИТС НДТ 25 – 2021 на предприятиях горнодобывающей отрасли Российской Федерации удельный расход электрической энергии на тонну добычи горной массы составляет 0,61 – 3,84 кВт*ч/т.

Удельный расход моторных топлив на добытую руду варьируется от 0,00062 до 0,00305 т.у.т. на тонну добытой руды (0,0004 – 0,004 т/т). По данным ИТС НДТ 25 – 2021 на предприятиях горнодобывающей отрасли Российской Федерации удельный расход дизельного топлива на тонну добычи горной массы составляет 0,0004 – 0,002 т/т

Основные факторы, влияющие на удельный расход электрической энергии и моторного топлива при открытой добычи:

применение экскаваторов (ЭКГ, ЭШ), работающих от электрической сети или экскаваторов, работающих на моторном топливе;

применение железнодорожного транспорта (думпкары) или транспортировка горной массы на карьерных самосвалах;

применение ЦПТ;

предварительное измельчение на карьере (применение щековых дробилок);

глубина разрабатываемого карьера.

Также значительное влияние на удельные расходы энергетических ресурсов оказывает объем вскрышных работ, проводимых на карьере, так как удельные расходы определяются на тонну добытой руды.

Еще одним фактором, влияющим на определение удельных расходов, является особенности учета и распределения потребления энергетических ресурсов на различных предприятиях (отсутствие учета по технологическим переделам, а также по каждой значимой единицы оборудования).

3.2. Подземная добыча руд черных металлов

Подземная разработка месторождений руд черных металлов различных форм, мощности, углов падения, на разных глубинах осуществляется с использованием подземных горных выработок под толщей перекрывающих пород.

Подземная разработка месторождений состоит из трех стадий: вскрытие, подготовка и очистная выемка, которые выполняются последовательно или совмещенно во времени и пространстве с целью обеспечения производства достаточными запасами вскрытых, подготовленных и готовых к выемке запасов полезного ископаемого. Плановая и эффективная разработка месторождения возможна при условии строгой увязки во времени и пространстве вскрытия, подготовки и очистной выемки, и при обеспеченности рудника достаточными запасами вскрытого, подготовленного и готового к выемке полезного ископаемого.

Источниками загрязнения атмосферы являются газопылевые выбросы, образующиеся, главным образом, от ведения буровзрывных и добычных работ. Газы и пыль выделяются также с поверхности породных отвалов и складов полезных ископаемых.

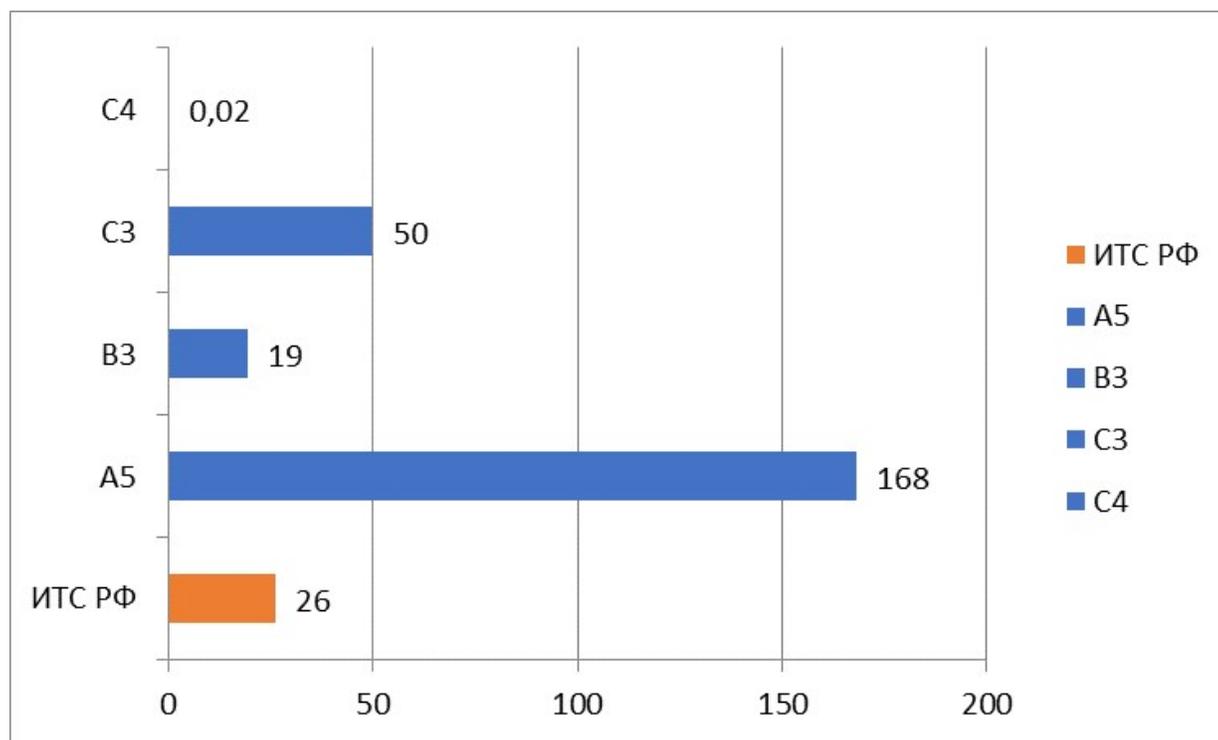


Рисунок .. Удельные выбросы пыли при подземной добыче, г/т

Анализ рисунка 3.12 показывает, что удельные выбросы пыли при подземной добыче на некоторых предприятиях немного превышают требований ИТС-25 Российская Федерация. При определении удельных показателей принимались выбросы пыли без учета буровзрывных работ и выбросов при хранении.

Для казахстанских предприятий, согласно отчетам КТА, при подземной добыче удельные выбросы пыли при дроблении и буровзрывных работах составляют 0,02 – 168 г/т добываемой горной массы.

Так, например, в ИТС 25 – 2021 удельные выбросы взвешенных веществ при добыче железных руд подземным способом составляют 26 г/т добываемой горной массы.

В таблицах 3.24 и 3.27 представлены данные по выбросам загрязняющих веществ, сточным водам и отходам по процессу проведения работ при подземной добыче железных руд, полученные по результатам отчетности КТА в Республике Казахстан.

3.2.1. Вскрышные работы

Вскрытие заключается в проведении горных выработок, открывающих доступ с поверхности к рудному телу и обеспечивающих возможность проведения подготовительных выработок.

Вскрывающие выработки – это выработки, предназначенные для вскрытия шахтного поля, на первых и всех последующих откаточных и вентиляционных горизонтах. Проведение вскрывающих выработок называется горно-капитальными работами, а сами выработки – капитальными. К вскрывающим выработкам относятся: вертикальные и наклонные стволы, штольни, квершлагги, околоствольные дворы, капитальные рудоспуски и породоспуски, шурфы, автомобильные съезды и уклоны, обслуживающие основные горизонты и т.д.

Вскрывающие выработки по расположению относительно земной поверхности подразделяются на 2 группы:

- основные имеющие непосредственный выход на земную поверхность;
- подземные не имеющие непосредственного выхода на поверхность.

По выполняемым функциям вскрывающие выработки подразделяются на:

- главные – служащие для транспортировки и подъема руды;
- вспомогательные – все остальные выработки.

К основным главным вскрывающим выработкам относятся: вертикальные и наклонные шахтные стволы, штольни, автомобильные съезды, выполняющие основные функции по подъему или транспортировке полезного ископаемого, а к основным вспомогательным – вертикальные и наклонные стволы, штольни, предназначенные для вентиляции, передвижения людей, доставке материалов и т. д.

К подземным главным вскрывающим выработкам относятся слепые вертикальные и наклонные стволы, этажные квершлагги, автомобильные съезды и транспортные уклоны служащие для транспортировки и подъема руды.

Главные вскрывающие выработки служат для транспортировки руды (сырой) и пустой породы на поверхность, вентиляции, перемещения людей, доставки материалов и оборудования. Данные выработки проходят: по месторождению; по пустым породам со стороны лежачего либо висячего бока или с флангов; по пустым породам и руде, пересекая рудное тело.

К подземным вспомогательным вскрывающим выработкам относятся: околоствольные выработки (околоствольные двory, насосные камеры, водосборники, камеры электроподстанций, обгонные и соединительные выработки), подземные бункера, дозаторные камеры и камеры дробильных установок, капитальные рудоспуски и породоспуски, камерные выработки специального назначения (камеры подъемных машин, электровозное депо, ремонтные и заправочные пункты, склады любого назначения, камеры ожидания, медпункты и т.д.), специальные закладочные, вентиляционные, дренажные и водоотливные выработки, уклоны по доставке самоходного и другого оборудования с основного горизонта на подэтажные горизонты, все выработки концентрационного горизонта. Вспомогательные выработки служат для вентиляции, доставки оборудования, а также в качестве дополнительного выхода на поверхность и других целей.

Форма, размеры, способы проведения, крепления вскрывающих выработок зависят от срока их службы, оптимальной работы транспорта, безопасности передвижения людей, доставки материалов и оборудования, а также пропуска необходимого количества воздуха.

В зависимости от места расположения главных вскрывающих выработок способы вскрытия месторождения разделяют на простые и комбинированные. Существует достаточное разнообразие простых и комбинированных способов вскрытия.

К простым способам относятся вскрытия: вертикальным шахтным стволом по рудному телу, по породам лежачего бока, по породам висячего бока; наклонным шахтным стволом по породам лежачего бока и на флангах месторождения; вскрытие штольной по рудному телу, по породам лежачего бока, по породам висячего бока. Сущность простых способов вскрытия состоит в том, что вскрытие месторождения производится главной вскрывающей выработкой на всю глубину разработки.

Комбинированные способы сочетают два или более способа вскрытия, например: вертикальный шахтный ствол с поверхности с переходом в вертикальный слепой ствол; вертикальный шахтный ствол с поверхности с переходом в наклонный слепой ствол; штольня с переходом в вертикальный слепой ствол; штольня с переходом в слепой наклонный ствол. Сущность комбинированных способов вскрытия заключается в том, что верхнюю часть месторождения вскрывают одной главной выработкой, а нижнюю – другой с выдачей руды на поверхность последовательно по обеим главным выработкам

Шахта А5 разрабатывает участок железорудного месторождения, который вскрыт с поверхности вертикальными стволами по типовой диагональной схеме проветривания, предусмотренной для рудников со значительной производственной мощностью. Шахтное поле с лежачего бока за зоной сдвижения горных пород вскрыто: по центру двумя стволами: главным и вспомогательным; на северном и южном флангах - по одному вентиляционному.

Вскрытие рудной зоны по каждому горизонту осуществлено двумя квершлагами от центральной группы стволов и по одному вентиляционному квершлагу от фланговых стволов, которые делят шахтное поле на этажи. Подготовка эксплуатационных горизонтов по кольцевой схеме откаточными ортами и штреками делит шахтное поле условно на три участка: северный, центральный и южный.

Шахта С2 вскрыта фланговым способом тремя стволами: скиповой, клетевой и вентиляционный. Шахта С3, вводимая по проекту двумя очередями, вскрыта четырьмя стволами: скипово-клетевой, клетевой, вентиляционный и вспомогательный.

3.2.2. Подготовка

Способы подготовки основных горизонтов определяются технико-экономическим сравнением возможных вариантов, учитывающих геологические, технические, технологические и экономические факторы и зависят от характера рудного тела - его мощности и угла падения, от физико-механических свойств руды и вмещающих пород, принятого порядка очистной выемки в этаже, от способа транспортировки полезного ископаемого.

Назначение подготовительных выработок заключается в следующем:
оконтуривание (выделение) этажа, шахтного поля, блоков или панелей;
создание связи блока (панели) с общерудничной транспортной сетью;
обеспечение эффективного проветривания рабочих мест;

обеспечение свободного доступа в забои и аварийного выхода из них, снабжение забоев оборудованием, материалами, энергией, высокопроизводительная выдача из них добытой руды.

Подготовка рудных месторождений к очистным работам включает проведение подготовительно-нарезных выработок. Подготовительные работы – проведение подготовительных выработок с одной плоскостью обнажения, которые разделяют шахтное поле или его часть на отдельные выемочные блоки (панели) с целью обеспечения транспорта материалов и руды, вентиляции, нарезных и очистных работ.

Принятый способ подготовки, расположение и размеры подготовительных выработок должны обеспечивать: безопасное производство очистных работ; эффективное проветривание очистных забоев; своевременную подготовку этажей и блоков для сохранения постоянного резерва подготовленных и готовых к выемке запасов руды с определенным средним содержанием полезных компонентов; удобные и безопасные условия передвижения людей, доставку материалов и оборудования по

выработкам; минимальные потери руды в целиках, предохраняющих подготовительные выработки, удобные и производительные способы доставки руды, погрузки и откатки; минимальные расходы на поддержание выработок и ремонт крепи. В рамках подготовки создаются коммуникации и магистрали для вентиляции, канализации электроэнергии, передвижения людей и транспортировки грузов.

Подготовленные запасы руды – запасы выемочных участков, в которых полностью пройдены подготовительные выработки, предусмотренные принятой системой разработки.

Для разделения шахтного поля на этажи используют подготовительные выработки основного горизонта – откаточные штреки и орты, а разделение этажа на отдельные выемочные участки – блоки используют восстающие. В некоторых случаях этажи делят по высоте на подэтажи. Высота этажа составляет 50 – 100 м (редко более) в зависимости от горно-геологических условий и технологии добычи.

При большой мощности рудных тел в породах лежачего бока проходят полевые восстающие, соединяющие полевые этажные штреки. Помимо этого, проходят вспомогательные восстающие у контакта висячего бока или восстающие, пересекающие рудное тело.

Для передвижения механизмов на участках очистной выемки используют систему горизонтальных выработок откаточного и вентиляционного горизонтов, восстающих и рудоспусков, при подготовке наклонными съездами используют съезды спиральной или иной формы и рудоспуски, сбитые с подэтажами.

По расположению подготовительных выработок относительно рудного тела подготовка месторождений может быть рудной, полевой и смешанной.

При большой мощности рудных тел в породах лежачего бока проходят полевые восстающие, соединяющие полевые этажные штреки. Помимо этого, проходят вспомогательные восстающие у контакта висячего бока или восстающие, пересекающие рудное тело.

Отрезные, рудоспускные, вентиляционно-ходовые, восстающие между подэтажами и дучки проходят буровзрывным способом секционного взрывания скважин, шпуровым или бурением (расширением) скважин большого диаметра. Наибольшее распространение способ проходки восстающих секционным взрыванием получил при оформлении отрезных восстающих или щелей при этажной и подэтажной отбойке руд. Часто проходка восстающих секционным взрыванием осложняется тектоникой и проявлениями горного давления.

Проведение горных выработок, в зависимости от их назначения, горногеологических и гидрологических условий, могут осуществляться различными способами. Выбор способа и оборудования для проведения выработок зависит как от размеров их поперечных сечений, устанавливаемых в зависимости от назначения выработки, так и от крепости и устойчивости горных пород. В настоящее время при

подземной разработке рудных месторождений наиболее широкое распространение получили два способа проведения горных выработок буровзрывной и комбайновой.

На шахте А5 горизонтальные горные выработки проводят с помощью БВР с мелкошпуровой отбойкой, вертикальные – с секционной отбойкой пучков глубоких скважин. Удельный объем горно-подготовительных работ составляет 3 м/1000 тонн добытой руды. Уходка забоя за цикл в среднем составляет 1,5 м, продолжительность цикла – одна шестичасовая смена, годовой объем горнопроходческих работ – 13 км.

Проходка восстающих выработок – один из трудоемких и опасных процессов. Для механизации процессов проходки выработок с углом наклона 60 – 90 °С применяют комплексы КПВ. Ползок перемещается по монорельсу с помощью приводных звездочек . Бурение с полков осуществляется перфораторами. Однако способ не исключает главного недостатка пребывания проходчиков в опасных условиях и в последнее время применяется все реже.

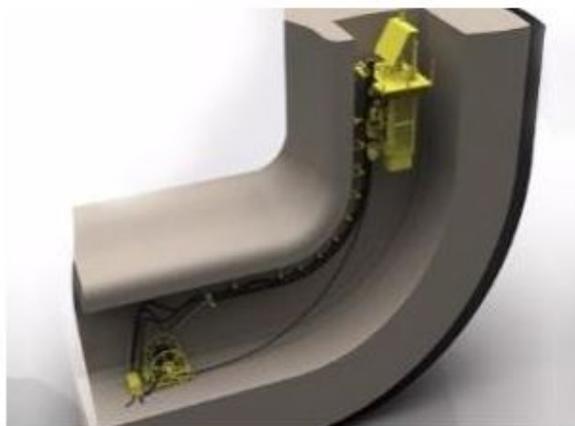


Рисунок .. Комплекс проходческий КПВ-4А

Способ проходки бурением и расширением вертикальных и наклонных скважин использованием буровых станков – безлюдный и один их самых перспективных. Скорость проходки восстающих увеличивается по сравнению с буровзрывными способами в разы. Станки этого типа предназначены для проведения вертикальных и наклонных выработок диаметром до 3 м, до 100 м в длину и под углом до 70 ° С в породах с коэффициентом крепости до 12 по Протоdjяконову, однако применяется и в более крепких породах. Применяют также станки для проходки восстающих снизу-вверх сплошным забоем или в две стадии с первоначальным бурением опережающей скважины. По такому принципу комбайны 2КВ, "Robbins" фирмы "Atlas Copco" (Швеция) и комбайны "Rhino" фирмы "TRB-Raise Borers" (Финляндия). Незначительное место (10 %) в общем объеме проходки рудника А5 занимает комбайновый способ проведения восстающих выработок с применением установки Robbins 44RH.

Горные выработки, проводимые в уже подготовленных участках с одной или двумя плоскостями обнажения в пределах добычных блоков и необходимые для производства очистных (добычных) работ из этих участков, принято называть нарезными выработками, а выполняемые при их проведении работы – нарезными работами. Главной целью этих работ является создание выемочных участков, подэтажных горизонтов, отрезных щелей, выработок подсечки и т. д. После завершения нарезных работ блок считается подготовленным к очистным работам.

Количество и расположение нарезных выработок в пространстве зависит от системы разработки. Нарезные выработки по назначению могут делиться на:

буровые (буровые штреки, орты, восстающие, камеры и заходки);

выпускные (воронки, траншеи, дучки, погрузочные заезды и т. д.);

доставочные (рудоспуски, скреперные штреки или орты, ниши для питателей, конвейерные выработки и т. д.);

подсечные и отрезные (отрезные щели и восстающие, подсечные штреки или орты, и т.д.);

вентиляционные (вентиляционные штреки, орты, восстающие, сбойки и т.д.);

соединительные (ходки, материально-ходовые выработки и т.д.);

выработки для управления горным давлением (используются при производстве закладочных работ и обрушении вмещающих пород и руды).

Нарезные выработки проходят в пределах блоков, панелей непосредственно для очистной выемки:

подэтажные горизонтальные выработки разделяют блок на отдельные выемочные подэтажи;

выработки горизонта скреперования – штреки или орты – служат для доставки отбитой руды до выработок основного горизонта, а также для вторичного ее дробления ;

выработки горизонта грохочения – камеры, штреки, орты – служат для вторичного дробления руды и перепуска руды на основной горизонт;

выработки горизонта подсечки служат для подрезки массива руды в днище блока;

отрезные восстающие служат для отрезки массива руды в заданном месте блока;

щели, ходки, сбойки и ряд других выработок обеспечивают оптимальное развитие работ.

Для нарезки днища блоков используют самоходные буровые установки и погрузочно-доставочные машины или перфораторы на пневмоподдержке и скреперные установки различных модификаций.

Готовые к выемке – запасы руды подготовленных выемочных участков, в которых полностью пройдены нарезные выработки, необходимые для производства очистной выемки.

Создание и постоянное сохранение резерва вскрытых, подготовленных и готовых к выемке запасов необходимо для того, чтобы:

плановмерно и своевременно по мере отработки одних участков месторождения развивать добычу руды на других участках в необходимом количестве;

иметь запас времени для эксплуатационной разведки и дренажа вводимых в эксплуатацию частей месторождения;

поддерживать равномерное содержание полезных компонентов в руде, направляемой на переработку, путем плановмерного ввода в очистную выемку участков месторождения с различным составом руды;

иметь резервные участки на случай временного прекращения работ по вскрытию и подготовке или необходимости увеличения добычи руды сверхустановленного плана.

3.2.3. Системы разработки

Система разработки рудных месторождений подземным способом - порядок и технология очистной выемки руды, определяющие совокупность конструктивных элементов выемочного участка, технологических процессов и способ управления горным давлением, увязанных во времени и пространстве.

Во всем многообразии систем каждой системе присущи: конструктивные характеристики; порядок очистной выемки; технология очистной выемки.

В качестве единой классификации систем подземной разработки рудных месторождений устанавливается классификация в основу, которой положен способ управления горным давлением.

Таблица 3.17. Единая классификация систем подземной разработки рудных месторождений

№ п/п	Номер класса	Наименование класса	Системы
1	2	3	4
1	I	Системы с открытым выработанным пространством	Сплошные системы Камерно-столбовые системы Потолкоуступные системы Системы с доставкой руды силой взрыва Системы с подэтажной отбойкой Этажно-камерные системы
2	II	Системы с магазинированием руды	Системы с магазинированием руды блоками Системы с магазинированием и

			отбойкой руды глубокими скважинами
3	III	Системы с закладкой	Сплошные системы с однослойной выемкой и закладкой Системы разработки горизонтальными слоями с закладкой Столбовые системы с однослойной выемкой и закладкой Системы с камерной выемкой и закладкой
4	IV	Системы с креплением	Системы с распорной крепью Системы с крепежными рамами Сплошные системы с однослойной выемкой и креплением Столбовые системы с однослойной выемкой и креплением
5	V	Системы с обрушением	Системы слоевого обрушения Системы подэтажного обрушения Системы этажного обрушения Столбовые системы с обрушением налегающих пород

Очистная выемка при любой системе разработки представляет собой производственную стадию, которая включает совокупность взаимосвязанных и следующих в определенной последовательности друг за другом комплексов рабочих процессов и операций, классификация которых представлена на рисунке 3.14 : отбойка руды - отделение ее от массива; доставка руды - перемещение отбитой руды от забоя до откаточного горизонта; составной частью этой операции являются выпуск и погрузка руды; поддержание выработанного пространства.



Рисунок .. Классификация комплекса рабочих процессов при производственной стадии очистных работ

Добыча руды подземным способом на шахте А5 производится системами разработки этажного и подэтажного принудительного обрушения с отбойкой руды на компенсационные камеры или в зажиме, а также системой разработки с самообрушением руды и вмещающих пород, с выпуском руды через дучки или торцовым выпуском с помощью самоходной техники.

На шахте В4 применяется этажно-камерная система разработки. Отработка ведется блоками, состоящими, из нескольких камер, междукамерных и междублочных целиков.

На шахтах С₂ и С₃ все запасы отрабатываются системой этажного и подэтажного самообрушения со скреперной доставкой руды для загрузки в электровозный транспорт через погрузочные полки. Очистные работы включают подсечку блока, проведение отрезной выработки, формирование компенсационной камеры, массовое обрушение руды и вмещающих пород, выпуск и погрузку руды в железнодорожный транспорт на откаточном горизонте. Подсечку рудного массива формируют воронками (высота днища от почвы горизонта скреперования 10 м) и траншеями.

3.2.4. Крепление выработок

Крепление горных выработок, один из основных рабочих процессов при проведении горных выработок и представляет собой совокупность операций по возведению крепи, возводимой в подземных горных выработках с целью предотвращения обрушения окружающего массива горных пород и сохранения необходимых размеров поперечного сечения выработок.

К горной крепи предъявляют следующие требования: крепь должна выдерживать приходящуюся на нее нагрузку, сохранять свое первоначальное положение, обеспечивать рабочее состояние выработки и безопасные условия эксплуатации в течении ее всего срока службы, быть простой в монтаже, воспринимать без опасных деформаций многократное воздействие взрывных работ, занимать в выработке как

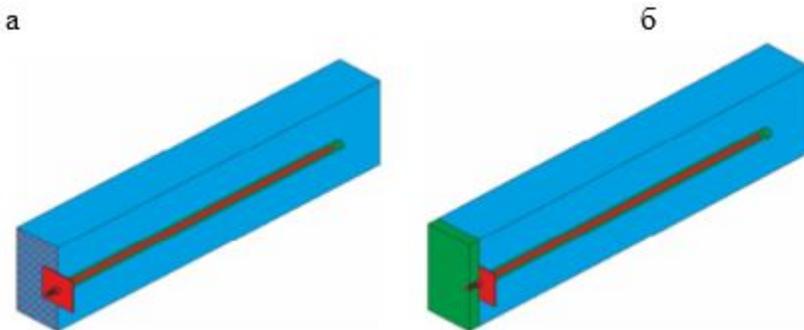
можно меньше места не мешать выполнению рабочим процессов, не оказывать большого сопротивления движению воздушной струи и быть безопасной в пожарном отношении.

Факторами, определяющими форму поперечного сечения выработки, являются: физико-механические свойства горных пород, назначение и срок службы выработки, материал крепи, положение выработки в пространстве, размеры поперечного сечения выработки, величина и направление горного давления. Форма поперечного сечения выработки определяется удобством ее эксплуатации, материалом и конструкцией крепи, которые в свою очередь должны обеспечить устойчивое ее состояние в течение всего срока службы при минимальных затратах.

По характеру работы различают крепи: жесткая, податливая, шарнирная, комбинированная; по сроку службы: постоянная и временная; по форме сечения выработок: трапециевидная, арочная, кольцевая, эллиптическая, полигональная, сводчатой формы; по виду выработки – для горизонтальных, наклонных и вертикальных горных выработок.

Для крепления капитальных выработок с большим сроком службы применяют крепи: бетонные, железобетонные, сборные металлические и железобетонные (тубинги), металлические рамы и др., воспринимающие нагрузку в пределах упругих деформаций без изменения формы и размеров.

В настоящее время широкое распространение для крепления горных выработок получили облегченные (упрочняющие) виды крепи: анкерная, набрызг-бетонная и комбинированная – анкера с сеткой, анкера и набрызг-бетон, анкера с сеткой и набрызг-бетонном. Эти виды крепей в подавляющем большинстве применяются на всех рудниках нашей страны при проведении горных выработок.



а – анкера в сочетании с металлической сеткой; б – анкера в сочетании с набрызг-бетонном

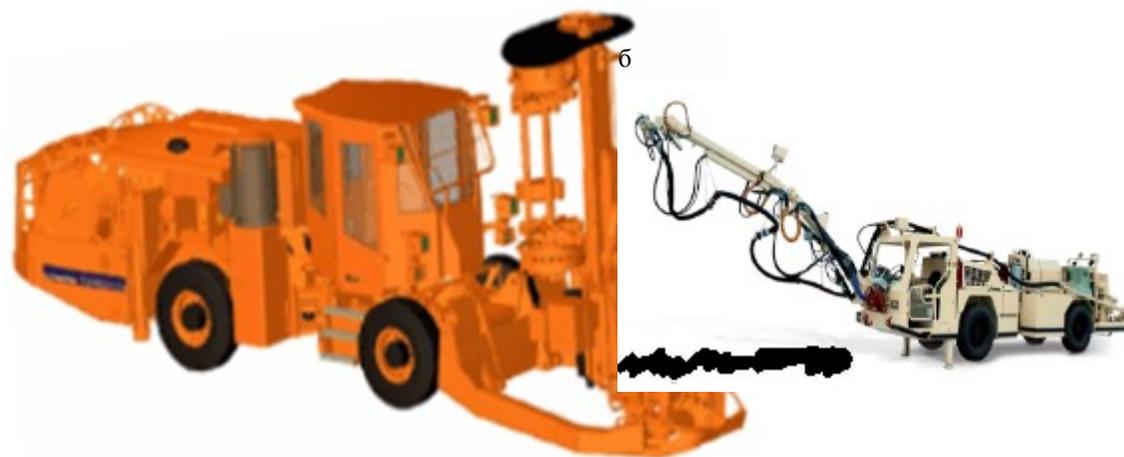
Рисунок .. Конструкция комбинированного крепления горных выработок

Основным видом крепи (до 70 % горных выработок) на руднике А5 является арочная металлическая из профиля СВП-22 с железобетонной, металлической или деревянной затяжкой. Применяются также анкерная и деревянная крепи. Фактически

закрепляют 80 – 90 % пройденных горных выработок. В зонах концентрации опорного давления вынуждены применять более тяжелые виды крепи, уменьшать ее шаг с переходом на полные дверные оклады, переходить на податливую крепь. Скреперные полки начали крепить с использованием железобетона, так как участились случаи их раздавливания.

Все горизонтальные горно-капитальные выработки подземных предприятий С2 и С3 крепятся металлическими арками из спецпрофиля СВП-22, устанавливаемыми через 0,5 – 1,0 метр, а ходовые восстающие армируют сборными металлическими секциями с лестничным отделением. Основной вид крепления вертикальных выработок – бетон или металлокрепь. В качестве крепи также используют торкретбетон, сталефиброторкрет, анкера, способ нанесения – набрызгбетонирование.

Для повышения безопасности, увеличения производительности и уменьшения трудоемкости при установке анкерного крепления и нанесения набрызг-бетона на кровлю и бока горной выработке используются специальные машины для крепления (рисунок 3.16), которые механизмируют операцию по установке анкеров.



а – (DL420) и нанесения набрызг-бетона б – (Spraymec 6050WP)

Рисунок .. Внешний вид машин для крепления выработок анкерами

3.2.5. Отбойка и дробление руд

Отбойкой руды называется отделение части руды от массива и дробление ее до куска определенного размера.

При разработке мощных месторождений, сложенных слабыми или трещиноватыми минералами, способными при обнажении на достаточной площади под действием гравитации и давления налегающей толщи обрушаться, используют феномен самообрушения. Способ характеризуется высокой производительностью и дешевизной, однако условия его применения крайне ограничены.

Взрывная отбойка менее энергоемка, чем другие способы и применяется для отбойки железных и хромовых руд средней и высокой крепости, отбойку ведут с помощью зарядов ВВ в шпурах, взрывных скважинах и минных выработках. На

сегодняшний день этот способ является основным. Взрывной способ разрушения основан на применении ВВ, при быстротечном разложении которых освобождающаяся энергия взрыва отделяет от массива и осуществляет дробление горной массы.

Взрывные скважины бурят вертикальными, наклонными и горизонтальными так, чтобы руда перемещалась в сторону обнаженной поверхности.

Для бурения взрывных скважин и шпуров на рудниках Республика Казахстан (рисунок 3.17) используют разнообразные буровые перфораторы (ПТ- 36, ПТ-48, ПП-63), станки (Boomer H-104, НКР-100, БП-100, Sandvik DD 420 – 60 С "Jambo", Sandvik DL -431-7C SOLO).

Применяются каретки и установки добычного бурения, буровые станки с пневматическим или гидравлическим приводом, с электродвигателем, ДВС, дизель-электрическим приводом, самоходные, передвижные на специальных тележках. Бурильные машины с пневматическими двигателями необходимо обеспечивать сжатым воздухом, подаваемым от компрессора по воздуховодам, бурильные машины с электродвигателями снабжаются электроэнергией по кабелям, бурильные машины с ДВС, как правило, потребляют дизельное топливо.

Расположение скважины может быть параллельным, параллельно-сближенным, веерным. Для размещения зарядов ВВ до недавнего времени самыми распространенными были скважины диаметром 105 – 110 мм, которые бурят станками с погружными пневмоударниками производства ближнего зарубежья. В последнее время для подготовки массива к обрушению значительную долю буровых работ производят самоходным импортным оборудованием с диаметром скважин 89 – 102 мм.

б

а



в



г



Рисунок .. Внешний вид, применяемых на рудниках буровых станков (а – НКР-100, б – Sandvik DL-431-7C SOLO) и телескопных перфораторов (в – ПТ-38; г – ПТ-48)

По условиям технологического процесса отбитая руда должна иметь куски определенной крупности. Размеры максимально допустимого куска во взорванной горной массе определяются параметрами транспортных средств, дробилок и других приемных устройств, а также условиями работы оборудования. Максимально допустимый размер кусков обычно принимают от 300 – 400 до 800 – 1000 мм, при отбойке руды взрывным способом образуется некоторое количество некондиционных кусков – негабаритов. Для дробления негабарита применяют ВВ или механические устройства (дробилки, бутобои).

Для улучшения дробления руды и снижения сейсмического эффекта необходимо использовать дифференцированное распределение ВВ в рудном массиве (геометрию расположения вееров и пучков скважин) и короткозамедленное взрывание зарядов, например, с интервалами: 25, 50, 75, 100 и 150 мс.

Как правило, железорудные и хромовые шахты не относятся к опасным по газу и пыли, на них широко применяются промышленные ВВ для подземных горных работ, отличительной чертой которых является красный цвет оболочки патронов или ярлыков. Распространены аммиачно-селитренные гранулированные, порошкообразные и эмульсионные ВВ.

Аммиачно-селитренные ВВ – механические смеси аммиачной селитры с нитросоединениями или с горючими и разрыхляющими добавками: аммониты, аммоналы, динамоны. Широко применяются: граммониты, гранулиты, аммониты № 6 ЖВ, игданиты, эмульсионные ВВ. В связи с гигроскопичностью аммиачно-селитренных ВВ возникает необходимость в придании им свойства водоустойчивости, которое достигается введением в готовый состав ВВ или в аммиачную селитру небольшого количества специальных добавок. Сорты ВВ, изготовленные из водоустойчивой аммиачной селитры, имеют марку ЖВ.

К водоустойчивым ВВ относятся: аммониты № 6 ЖВ, а также тротил и другие нитросоединения. Для подземных работ применяют ВВ только с кислородным балансом, близким к нулевому ($\pm 3\%$), при взрывании ВВ по максимуму должно быть сокращено образование оксида углерода СО и оксидов азота NO, NO₂, N₂O₃ и прочих вредных газов. Переход на гранулит-Э позволил увеличить плотность заряда в скважине, повысить работоспособность ВВ на шахте А5 в сравнении применяемым ранее гранулитом А-6, упростить процесс его приготовления и снизить себестоимость взрывных работ.

Таблица 3.18. ВВ, используемые на действующих рудниках по добыче руд черных металлов в Республике Казахстан.

№ п/п	Предприятие	ВВ	Химический состав, %	Годовой расход ВВ, макс, т	Годовой расход ВВ, мин, т

1	2	3	4	5	6
1	A5	гранулит-Э	Гранулированная аммиачная селитра (NH ₄ N O ₃ содержание азота 34,4 % серы 14) до 85 % с водомасляной эмульсией 15%	1 052,6	629,2
2	C3	аммонит бЖВ	Селитра аммиачная водоустойчивая – 79 %, тротил – 21 %.	156,7	113,8

Для зарядания используют специальные самоходные, передвижные и переносные зарядные машины, как правило, с пневматической подачей ВВ. При зарядании ВВ засыпается в загрузочную емкость машины, затем поступает в питатель (барабанный, камерный или эжекторный), далее транспортируется сжатым воздухом (от шахтной пневмосети) по гибкому доставочно-зарядному шлангу в скважины или шпур.

Механическая отбойка применяется в основном при выемке руд и пород низкой крепости, используются самоходные комбайны с шарошечными рабочими органами.

Наиболее широкое распространение при разработке железных руд получило этажное и подэтажное обрушение с отбойкой руды глубокими скважинами. Системы с принудительным этажным обрушением на вертикальные компенсационные камеры применяют на предприятии А. Размеры целиков принимают больше, чем размеры камер. Последние выполняют функцию компенсационного пространства. Образование компенсационных камер ведется аналогично выемке их в этажно-камерных системах разработки. После проходки отрезного восстающего и расширения его в отрезную щель последовательно отбивают на нее встречными веерами скважин вертикальные слои руды.

Интенсивное пыле- и газообразование происходит во время следующих процессов: бурения шпуров и скважин; взрывания и погрузки взорванной горной массы. Однако запыленный воздух, подвергаясь процессу пылеподавления и гидрообеспыливания и проходя по горным выработкам, почти полностью самоочищается. Пылеподавление и очистка забоя скважин от продуктов разрушения и выноса буровой мелочи осуществляется с помощью воздушно-водяной смеси, так как использование воды при пылеподавлении в технологическом процессе буровзрывных работ самый эффективный и доступный способ снижения загрязнения атмосферного воздуха. Данный метод позволяет снизить объемы пыли неорганической SiO₂ менее 20 % в 5 – 7 раз.

Гидрообеспыливание для сокращения выделения и рассеивания вредных примесей при взрывных работах осуществляется с помощью водяной забойки (гидрозабойки). Гидрозабойка выполняется с использованием полиэтиленовых емкостей, наполненных водой. Применение гидрозабойки позволяет сократить объемы образующейся пыли в пылегазовом облаке 20 – 30 %, а объем образующихся окислов азота уменьшается в 1,5 – 2 раза [11].

В таблице 3.19 представлены объемы выбросов пыли при дроблении и буровзрывных работах. Удельные значения основных загрязняющих веществ определены как кг/т переработанного сырья.

Таблица 3.19. Выбросы пыли в атмосферный воздух (по данным КТА)

№ п/п	Наименование объекта	Валовые выбросы загрязняющих веществ, т		Удельные показатели выбросов, кг/т	
		Макс.	Мин.	Макс.	Мин.
1	2	3	4	5	6
Добыча железных руд подземным способом					
Отбойка и дробление руды					
1	С3	60,2	51,2	0,03	0,02
2	В4	34,2	27,4	0,02	0,01
Буровзрывные работы					
3	А5	129,5	151,1	0,07	0,06

Из таблицы 3.19 следует, что удельные показатели выбросов пыли при отбойке и дроблении руды в процессе добычи колеблются в пределах от 0,01 до 0,03 кг/т добытой руды, такое расхождение в удельных показателях может быть связано с проведением плановых ремонтных работ аспирационных систем, использованием разных систем пылеподавления.

На основании отчетов КТА по буровзрывным работам при подземной добыче представлены данные одного предприятия.

Таблица 3.20. Выбросы окислов азота в атмосферный воздух при буровзрывных работах (по данным КТА)

№ п/п	Наименование объекта	Валовые выбросы загрязняющих веществ, т		Удельные показатели выбросов, кг/т	
		Макс.	Мин.	Макс.	Мин.
1	2	3	4	5	6
1	А5	4,4	3,8	0,002	0,001

Таблица .. Выбросы оксидов углерода в атмосферный воздух при буровзрывных работах (по данным КТА)

№ п/п	Наименование объекта	Валовые выбросы загрязняющих веществ, т		Удельные показатели выбросов, кг/т	
		Макс.	Мин.	Макс.	Мин.

1	2	3	4	5	6
1	A5	11,9	10,3	0,01	0,004

3.2.6. Доставка и выпуск руды

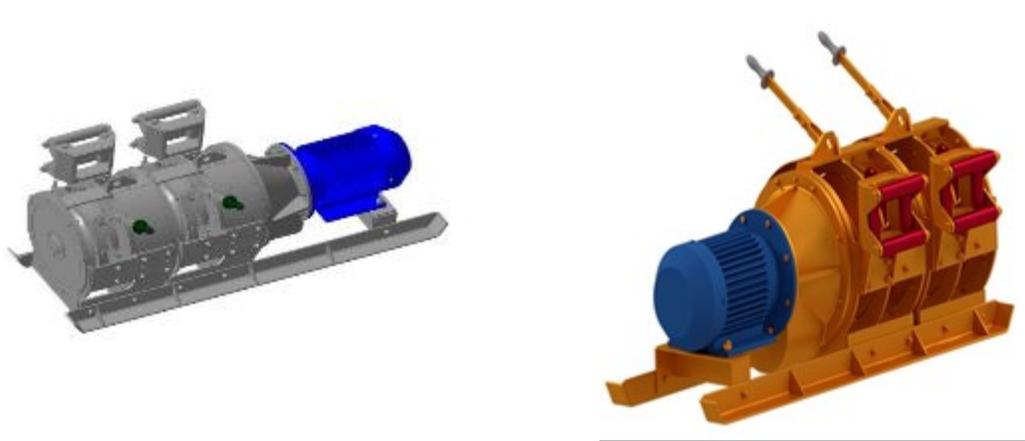
Доставка руды – это перемещение руды в пределах добычного блока от места ее отбойки до места погрузки ее в транспортные средства на основном горизонте. Доставка руды во многом обуславливает уровень конечных технико-экономических показателей, степень проявлений горного давления на выработки приемного горизонта, уровень потерь и разубоживания руды особенно при системах разработки с обрушением.

Различают доставку первичную – от забоя до места погрузки или перепуска и вторичную – по аккумулялирующим выработкам. Способ доставки руды тесно связан с системой разработки и выбирается вместе с ней. В основном применяют доставку самотечную и механизированную, ограниченное применение имеют доставка силой взрыва и гидравлическая.

Самотечную доставку руды под действием собственного веса применяют при отработке крутопадающих залежей крепких руд системами разработки с открытым очистным пространством, с магазинированием руды, наклонными слоями с закладкой выработанного пространства и т. д. Под действием собственного веса руда перемещается по почве выработки, рудоспускам, настилам, желобам, трубам с углом наклона выработки от 35 до 50 °.

Механизированная доставка производится скреперами, конвейерами, самоходными вагонетками, погрузочно-доставочными машинами. Традиционно на железорудных рудниках используют скреперную доставку и вибровыпуск.

Скреперная доставка используется для доставки руды от забоя до рудоспуска или погрузочного люка, а на горизонте скреперования - от рудоспусков до погрузочных полков. Ее достоинства: простота устройства, небольшая стоимость оборудования, мобильность, возможность совмещения доставки с погрузкой, что обуславливает применение на шахтах ДГОК и ССПО. Для скреперования применяют лебедки типа 2СМА, 30ЛС, 55ЛС-2СМ и 55ЛС-2П.



а – 55ЛС и б – 30ЛС

Рисунок .. Внешний вид скреперных лебедок

В настоящее время все большее распространение получает самоходное погрузочное и доставочное оборудование. При добыче руд в основном применяют следующие его виды оборудования: погрузочные машины периодического действия в комплексе с электровозной откаткой, погрузочные машины непрерывного действия в комплексе с автосамосвалами и самоходными вагонами, погрузочно-транспортные машины, погрузочно-доставочные машины в комплексе с автосамосвалами и самоходными вагонами или электровозной откаткой. Применяется такой вид доставки при хорошо раздробленной рудой с любым пределом прочности. Достоинства доставки руды самоходным оборудованием: малый объем нарезных работ, хорошая вентиляция, могут работать в нескольких забоях и транспортировать руду по выработкам с малыми радиусами закруглений, высокая производительность самоходного оборудования при хорошем дроблении руды, высокая оперативность в связи с отсутствием монтажно-демонтажных работ доставочного оборудования, требуют меньшего числа обслуживающего персонала.

а



б



а – Schopf SFL, б – 65 T ORO-400

Рисунок .. Внешний вид транспортно-доставочных погрузочных машин

Например, на шахте А5 при применении системы с торцовым выпуском руды отбитая руда погрузочно-доставочными машинами транспортируется до рудоспусков и выгружается. При площадном выпуске руда отбивается непосредственно на развороненные дучки. Далее скреперными лебедками производится погрузка горной

массы из дучек (или рудоспусков) в подземный ж.д. транспорт. Руда доставляется до опрокида и через опрокид направляется на комплекс подземного дробления, где дробится и через дозатор загружается в скипы для выдачи нагора.

Сущность доставки руды с помощью вибрационных конвейеров и питателей при подземной разработке рудных месторождений состоит в том, что отбитая руда поступает на лоток вибрационного конвейера или питателя, с помощью которого грузится в вагонетки или в рудоспуск. Отличительной особенностью доставки руды является перемещение материала непрерывным потоком с постоянной производительностью, не зависящей от длины транспортировки.

Выпуск руды – это последовательное извлечение отбитой руды из очистного пространства или аккумулирующей емкости под действием силы тяжести.

При системах разработки с подэтажным или этажным обрушением, обрушенную руду из блоков (панелей) выпускают под налегающими пустыми породами, которые движутся вслед за рудой и заполняют выработанное пространство. Отбитую руду выпускают при наличии верхнего и бокового контактов с обрушенными пустыми породами. Выпуск руды из очистного пространства через выработки днищ блоков, оборудованных вибродоставочными установками, производится непосредственно в откаточные сосуды.

Выпуск на почву выработок обычно сопровождается вторичным дроблением руды, которое зачастую осуществляется вблизи забоя в специальных выработках на горизонте доставки (грохочения). Далее производят перепуск руды через рудоспуски на откаточный горизонт и загрузку в подвижной состав через люки, вибропитатели и другие устройства.

Интенсивное пыле- и газообразование происходит во время транспортировки, погрузки и перегрузки сырой руды и породы.

В таблице 3.22 представлены объемы выбросов пыли при дроблении и буровзрывных работах. Удельные значения основных загрязняющих веществ определены как кг/т переработанного сырья.

Таблица 3.22. Выбросы пыли в атмосферный воздух (по данным КТА)

№ п/п	Наименование объекта	Валовые выбросы загрязняющих веществ, т		Удельные показатели выбросов, кг/т	
		Макс.	Мин.	Макс.	Мин.
1	2	3	4	5	6
1	A5	66,6	57,1	0,1	0,1
2	C3	29,9	25,4	0,02	0,01

Из таблицы 3.22 следует, что удельные показатели выбросов пыли варьируются в пределах от 0,01 до 0,1 кг/т добытой руды, такое расхождение в удельных показателях может зависеть от используемых погрузочно-доставочных машин или оборудования.

3.2.7. Транспортировка и подъем, доставка и выпуск руды

Подземный транспорт – комплекс сооружений и устройств, предназначенный для приема и перемещения различных грузов и людей. В задачи шахтного транспорта входит формирование и реализация встречных грузопотоков. Основная цель – транспортировка руды и породы от пунктов выгрузки из очистных блоков, проходческих забоев до перегрузочных комплексов, околоствольных дворов и рудничного подъема. Кроме того, транспорт осуществляет функцию своевременного и бесперебойного снабжения добычных участков материалами, инструментом, оборудованием и при необходимости для перевозки людей к месту работы и обратно.

На рудниках, добывающих железные и хромовые руды, используют:

рельсовый транспорт (контактные электровозы К-4, К-10, К-14, КР-14, рудничные вагонетки ВГ-4, ВГ-4,5, ВБ-4,5);

самоходное оборудование на пневмошинном ходу (погрузочно-доставочные машины фирмы TORO-400, Sandvik LH514, Schopf SFL 65, автосамосвалы МТ-2010, Sandvik TH550 и др.;

конвейерную доставку.

В настоящее время наибольшее распространение находит рельсовый транспорт. Локомотивный транспорт – контактные электровозы, вагонетки с глухим днищем, боковой и донной разгрузкой, саморазгружающиеся сосуды. Большое разнообразие вспомогательных механизмов: опрокидыватели вагонеток, лебедки, толкатели, различное путевое оборудование и т.д. Успешная работа большого числа локомотивов обеспечивается автоматизацией процессов откатки. Она включает сигнализацию, централизацию и блокировку (СЦБ), дистанционное управление локомотивами и диспетчерскую службу.

Безрельсовая транспортировка с использованием самоходного оборудования применяется редко. Основной вид транспорта – автосамосвалы высокой грузоподъемности.

Ленточные конвейеры применяют только для транспортировки руды, прошедшей стадию дробления в подземных комплексах дробления.

Подъем и подземный транспорт – это звенья одной транспортной системы. По типу оборудования рудничный подъем разделяют на клетевой, скиповой, конвейерный, автомобильный, а по назначению – на главный (для выдачи руды) и вспомогательный. Для вспомогательного подъема по вертикальным стволам используют то же оборудование, что и для главного. Его назначение заключается в выдаче на поверхность породы (вагонами в клетях или скипами), спуске-подъеме людей (в клетях), спуске в шахту материалов, инструмента (в клетях), спуске рабочего и подъеме неисправного оборудования (малогабаритное – в клетях, крупногабаритное – на подвеске под клетями, целиком или частями, или на специальных грузовых платформах в неразобранном виде по отдельным стволам).

На рудниках при значительной глубине разработки используют скиповой подъем руды. Высокая производительность скипов объясняется их большей вместимостью (до 50 т), скоростью движения (до 20 м/с и более, тогда как клетки движутся со скоростью не более 8 м/с), а также полной автоматизацией погрузочно-разгрузочных операций и подъема – спуска скипов.

Конвейерный подъем эффективно применять на сравнительно неглубоких рудниках (до 400 – 600 м) большой производительности (свыше 4 – 5 млн т/год), а также с меньшей производительностью при доработке глубоких горизонтов для подъема руды на вышележащий комплекс загрузки скипов. Как правило, применяют мощные ленточные конвейеры. Для использования конвейерного подъема необходимо сравнительно мелкое дробление руды на куски размерами не более 0,1 – 0,15 м. Угол наклона ствола не должен превышать 16 – 18°.

Автомобильный подъем руды применяется в нашей стране в единичных случаях. Угол наклона автомобильных уклонов, съездов, стволов составляет 6 – 8°.

3.2.8. Поддержание выработанного пространства

Поддержание очистного пространства – комплекс рабочих процессов направленных на предупреждение проявлений горного давления в очистных выработках с целью обеспечения безопасных условий труда. Управление горным давлением в очистных выработках при подземной разработке рудных месторождений сводится к поддержанию очистного пространства.

В горной практике на зарубежных и отечественных предприятиях имеют место технологические схемы отработки железорудных месторождений, использующие способы управления состоянием горного массива и поддержание его в устойчивом состоянии за счет оставления рудных целиков и за счет замены рудного массива искусственным (системы с закладкой).

При очистной выемке руды способы поддержания очистного пространства делятся на три класса, представленные в таблице 3.23.

Таблица 3.23. Способы поддержания очистного пространства

№ п/п	Класс	Поддержание очистного пространства	Способ поддержания очистного пространства
1	2	3	4
1	I	Естественное	Рудными целиками Породными целиками
2	II	Искусственное	Магазинированием руды Крепью Закладкой
3	III	Обрушением	Обрушение вмещающих пород Обрушение руды и вмещающих пород

Естественное поддержание очистного пространства осуществляется за счет естественной устойчивости налегающих пород, рудных или породных целиков. Горное давление при этом регулируется за счет определения параметров очистного пространства (камеры), расположения и размеров целиков. Поддержание целиками применяется, как самостоятельный способ поддержания, так и в комбинации с креплением, закладкой пустот и магазинированием руды. Целики подразделяют на охранные, междуэтажные, междублоковые и внутрикамерные.

Искусственное поддержание очистного пространства осуществляется с помощью магазинирования руды, крепления или закладки очистного пространства. Искусственное поддержание наиболее трудоемкий и дорогостоящий технологический процесс поддержания очистного пространства. Этот способ поддержания целесообразен тогда, когда другие способы не обеспечивают достаточно полной выемки руд или технически неприемлемы.

Поддержание магазинированной рудой – это временное накопление отбитой рудной массы в очистном пространстве. Поддержание боков очистного пространства происходит за счет самораспора отбитой руды под действием массы сыпучего материала. Ограничивающий фактор применения магазинирования является склонность руды к слеживанию и самовозгоранию. Поддержание рудой осуществляется при разработке крутых и наклонных рудных тел в устойчивых породах.

Поддержание крепью в чистом виде применяется при отработке маломощных залежей. При разработке залежей больше средней мощности и необходимости поддержания очистного пространства после выемки руды ее применяют с закладкой. Поддерживают крепью лишь рабочее пространство у забоя.

Закладка пустот – заполнение их закладочным материалом: пустой породой, хвостами обогатительных фабрик, твердеющими смесями и т.п. Способ используется в подземной разработке металлических руд при необходимости сохранять земную поверхность от разрушения или минимизировать влияние горных работ на важные объекты. Это особенно важно из-за наличия водоносных горизонтов, водоемов или крупных сооружений на поверхности и пр.

Закладочным материалом чаще всего являются попутно или специально добываемые породы, хвосты обогатительных фабрик. По признаку заполнения выработанного пространства закладка может быть полной или частичной. Чаще всего используют:

твердеющую гидравлическую закладку;

закладочный материал включает вяжущие вещества, в результате твердения закладки образуется монолитный массив значительной устойчивости и прочности;

сухую закладку – закладочный материал не содержит воды сверхъестественной влажности.

Расходы на добычу закладочного материала, его подготовку, транспортировку и размещение в очистных выработках в большинстве случаев значительны, однако этот способ обеспечивает безопасность работ, радикальное снижение потерь полезного ископаемого, а также препятствует деформации перекрывающих пород и земной поверхности.

В заключительной стадии выемки запасов очистные выработки погашают или приводят в такое состояние, в котором они будут находиться в течение неопределенно долгого времени.

Система с закладкой выработанного пространства применяется на предприятии С, где на шахте СЗ осваивается система закладки с применением нисходящей слоевой, твердеющей закладкой выработанного пространства. Такой способ ведения горных работ позволяет управлять состоянием выработанного пространства, определяющего влияние на земную поверхность, и имеет высокую экологическую значимость.

3.2.9. Шахтный водоотлив

Шахтный водоотлив предназначен для откачки воды из горных выработок шахты. Главный рудничный водоотлив осуществляет откачку общешахтного притока воды посредством подъема воды по трубам на поверхность, участковый водоотлив – перекачку воды из отдельных участков шахты к водосборникам главного водоотлива (реже – непосредственно на поверхность земли). Схема водоотлива определяется проектом в зависимости от способа вскрытия, порядка разработки и гидрогеологических условий месторождения. Большинство рудных шахт имеют значительные глубины, на них применяется ступенчатый водоотлив, когда из нижних горизонтов вода перекачивается в промежуточные водосборники вышележащих горизонтов и затем на поверхность.

В систему шахтного водоотлива входят: водоотводные канавки, водосборники, насосные станции с водозаборными колодцами и водоотливными установками, с всасывающими и нагнетательными трубопроводами. В стволах оборудуются зумпфовые водоотливы, перекачивающие воду в шахтную водоотливную сеть. Шахтные водосборники и насосные камеры располагают с учетом схем вскрытия и других горно-геологических и горнотехнических условий. Для главного водоотлива на шахтах применяются в основном центробежные многоступенчатые секционные насосы в горизонтальном исполнении, допускающие содержание механических примесей в воде (частицы до 0,1 – 0,2 мм) до 0,1 – 0,2 %. Количество насосов строго регламентируется.

Для подачи воды на поверхность в стволе шахты прокладываются несколько ставов нагнетательных труб – рабочие и резервные. Водоотливные установки оборудуются аппаратурой автоматизации, контроля и защиты. Аппаратура автоматизации обеспечивает автоматическую заливку, пуск и остановку насосов в зависимости от уровня воды в водосборнике, поочередную работу насосов, автоматическое включение

резервных насосов при аварийном подъеме уровня воды в водосборнике и неисправности работающего насоса, дистанционный контроль и сигнализацию об уровне воды в водосборнике.



Рисунок .. Насосная камера шахтного водоотлива

Основной фактор влияния на водную среду – сброс шахтных вод, загрязненных взвешенными частицами и растворенными химическими веществами, а также поверхностный сток с породных и рудных отвалов. Кроме того, в подземных условиях загрязняются дренируемые грунтовые воды, а при откачке шахтной воды образуются депрессионные воронки, радиус которых может достигать десятков километров.

Шахтный откачиваемый объем довольно стабильный. Количество воды обычно не меняется, но возможны сезонные всплески в период обильных осадков и снеготаяния. Вода, может быть, плохого качества и содержать остатки ВВ, твердых частиц, растворимые соединения металлов и может иметь низкий рН. Потенциально не исключено присутствие нефтепродуктов, обезжиривающих и моющих средств и других вредных веществ, которые могут повлиять на качество воды и водные экосистемы.

По результатам проведения КТА для предприятий, осуществляющих добычу железных руд, были проанализированы данные по загрязняющим (маркерным) веществам в сточных водах.

Данные по концентрациям, валовым сбросам и удельным значениям наиболее характерных загрязняющих веществ по предприятиям, прошедшим КТА приведены в таблице 3.24 Удельные значения основных загрязняющих веществ определены как кг/т переработанного сырья. Представленные в таблице загрязняющие вещества рассматривались с целью определения маркерных загрязняющих веществ.

По результатам проведения КТА для предприятий, осуществляющих добычу железных руд, были проанализированы данные по загрязняющим (маркерным) веществам в сточных водах.

Данные по концентрациям, валовым сбросам и удельным значениям наиболее характерных загрязняющих веществ по предприятиям, прошедшим КТА приведены в

таблице 3.24 Удельные значения основных загрязняющих веществ определены как кг/т переработанного сырья. Представленные в таблице загрязняющие вещества рассматривались с целью определения маркерных загрязняющих веществ.

Таблица .. Валовые сбросы и удельные значения основных загрязняющих веществ при добыче железных руд подземным способом (по данным КТА)

№ п/п	Наименование вещества	Концентрация загрязняющих веществ, мг/дм ³		Сброс загрязняющих веществ, т/год		Удельные показатели сбросов на единицу выпуска конечной продукции или услуги, кг/т	
		Макс.	Мин.	Макс.	Мин.	Макс.	Мин.
1	2	3	4	5	6	7	8
Добыча железных руд подземным способом							
1	В4						
2	Взвешенные вещества	133,2	104,2	369,4	181,9	0,2	0,1
3	нефтепродукты	0,1	0,1	0,2	0,1	0,0001	0,00004
4	Нитраты (по NO ₃)	50,0	43,2	138,7	74,2	0,1	0,03
5	Нитриты (по NO ₂);	5,0	3,9	13,9	6,5	0,01	0,003
6	Азот аммонийный	2,0	1,4	5,6	2,4	0,003	0,001
7	Сульфаты (по SO ₄)	1925,0	1751,0	5338,4	2603,4	2,9	1,1
8	Железо общее	0,4	0,4	1,2	0,7	0,001	0,0003
9	Марганец	1,4	0,9	3,9	1,6	0,002	0,001
10	А5						
11	Железо общее	0,04	0,04	0,04	0,04	0,00002	0,00001
12	С3						
13	Взвешенные вещества	181,6	169,7	213,8	188,9	0,1	0,07
14	Нитраты (по NO ₃)	0,6	0,6	1,9	1,6	0,001	0,001
15	Нитриты (по NO ₂);	27,0	22,9	90,3	76,7	0,1	0,03
16	Азот аммонийный	3,5	3,1	6,6	5,6	0,004	0,002

17	Сульфаты (по SO ₄)	970,5	829,5	1035,6	854,9	0,6	0,3
18	Железо общее	1,4	1,2	2,7	2,3	0,002	0,001
19	C2						
20	Взвешенные вещества	46,7	41,3	65,3	55,5	0,0002	0,0001
21	Азот аммонийный	1,7	1,4	2,4	1,9	0,03	0,02
22	Сульфаты (по SO ₄)	239,4	203,5	355,2	301,9	0,0001	0,0001
23	Железо общее	0,3	0,2	0,4	0,3	0,2	0,1

Виды и концентрация загрязняющих веществ в сточных водах зависит главным образом от состава перерабатываемого сырья и применяемых технологических реагентов, а также от качества очистки (обезвреживания) сточных вод.

Удельные показатели сбросов зависят от притока карьерных вод и их качественного состава.

Европейские справочники не содержат требований к показателям сточных вод. В Российском справочнике концентрации загрязняющих (маркерных) веществ в сбросах в водные объекты при добыче железных руд подземным способом представлены в таблице 3.25.

Таблица .. Технологические показатели загрязняющих веществ в сбросах в водные объекты согласно ИТС 25 – 2021

№ п/п	Наименование загрязняющего вещества	Среднегодовая концентрация, мг/дм ³
1	2	3
1	Взвешенные вещества	≤27,0
2	Железо общее	≤2,0
3	Цинк	≤0,05
4	Марганец	≤0,4
5	Сульфат-анион(сульфаты)	≤313,0
6	Нитрат-анион	≤43,0
7	Нефтепродукты(нефть)	≤1,17

Все предприятия с подземной добычей железных руд обязаны осуществлять очистку шахтных и сточных вод. Следовательно, устройство оборотных систем водоснабжения, ликвидация отвалов, сокращение поступления примесей в сточные

воды путем совершенствования технологических процессов являются первоочередными задачами комплекса мероприятий, предупреждающих загрязнение водотоков и водоемов сточными водами.

Содержание металлов в шахтных водах также напрямую связано с омываемыми породами. Так, повышенное содержание железа и марганца в сбрасываемых шахтных водах объясняется результатом выщелачивания железомарганцевых руд, слагающих толщу месторождения. Марганец сопутствует железу во многих железных рудах.

Учитывая, что повышенное содержание солей и металлов в подземных водах напрямую связано с омываемыми породами и рудами, следовательно, их содержание в подземных водах является фоновым, естественным, поэтому может изменяться как в большую, так и в меньшую сторону, в зависимости от вскрытия водного горизонта и омываемых им пород.

На объекте В3 шахтные воды первоначально накапливаются и отстаиваются в емкостях водоотливных установок, являющихся первичными отстойниками, где происходит процесс отстаивания вод под действием гравитационных сил. В настоящее время на предприятии нет очистных сооружений шахтных вод и их строительство в ближайшее время не планируется.

Карьерные воды шахты А5 по напорному трубопроводу, подается на фильтровальную станцию и далее на обогатительную фабрику, либо в Васильевский канал, а затем через золоотвал в Васильевский накопитель.

Водоотведение из Соколовского подземного рудника осуществляется через шахты "Южная-Вентиляционная", "Вспомогательная" и "Южная-2". Карьерная вода из шахты Южная-2, по напорному трубопроводу в три нитки Ø 429 мм, подается на фильтровальную станцию и далее – на обогатительную фабрику. При аварийной ситуации на фабрике обогащения воды фильтровальной станции "Южная-2" сбрасываются в специальный накопитель-испаритель, емкостью 120 000 м³, который расположен недалеко от водовода между Соколовским карьером и отвалом.

На объектах С2 и С3 шахтные воды (водоотлив), смешанные (очищенные шахтные воды, очищенные бытовые и очищенные дождевые) сточные воды после очистных сооружений шахты отводятся на рельеф местности.

3.2.10. Рудничная вентиляция

Рудничная вентиляция или проветривание шахт применяется для создания в подземных выработках нормальных атмосферных условий, исключая вредное воздействие на человека ядовитых газов, высоких и низких температур. Основной принцип организации проветривания горных выработок шахты (рудника) – создание сквозной вентиляционной струи за счет общешахтной депрессии и пропуска этой струи через последовательно соединенные выработки. Используется нагнетательный, всасывающий или нагнетательно-всасывающий способ вентиляции и специальный

порядок распределения и движения воздуха по выработкам. Воздух подают в шахту по одним выработкам, а отводят на поверхность по другим. Свежий воздух по выработкам распределяют в соответствии с потребностью с помощью вентиляционных устройств: автоматических вентиляционных дверей, шлюзов и перемычек.

Источником движения воздуха в горных выработках являются шахтные вентиляторы главного и местного проветривания. Наибольшее распространение имеет проветривание горных выработок вентиляторами местного проветривания в сочетании с вентиляционными трубами. Вентиляторы местного проветривания применяются на шахтах и рудниках для подачи воздуха в забой тупиковых горных выработок. В качестве вентиляторов местного проветривания преимущественно используются осевые вентиляторы типа ВМ с электроприводом (ВМЭ) или пневмоприводом (ВМП) и в отдельных случаях центробежные вентиляторы типа ВЦ.



а – ВМЭ-6, б – ВО-5, в – Korfmann

Рисунок .. Типы применяемых вентиляторов местного проветривания на рудниках

Вентиляторы главного проветривания для шахт и рудников предназначены для обслуживания вентиляционной сети всей шахты целиком или большей ее части. Такие установки призваны обеспечивать подачу в шахту необходимого количества воздуха. Используются центробежные вентиляторы типа ВЦ и осевые вентиляторы типа ВОД. Широко применяется частотное регулирование приводных электродвигателей. ГВУ снабжаются системой дистанционного управления приводом вентилятора и контроля параметров работы с пульта горного диспетчера шахты. ГВУ оборудуют системой реверсирования вентиляционной струи. При работе вентиляторов на нагнетание в ГВУ дополнительно устраивается калориферная установка для подогрева воздуха в зимнее время. По типу теплоносителя калориферные установки могут быть с прямым нагревом воздуха с использованием природного газа, электрическими, паровыми или водяными.

При прохождении по подземным выработкам вентиляционной струи к рудничному воздуху примешиваются пыль, различные газы, появляющиеся вследствие производства взрывов, работы дизельных машин, гниения деревянной крепи и т. д. Основная мера борьбы с примесями вредных газов – разбавление их свежим воздухом до ПДК, например, газообразных продуктов взрыва ВВ; выхлопных газов, работающих в выработках машин с ДВС. Все машины с дизельными ДВС должны быть

оборудованы двухступенчатой системой очистки выхлопных газов (каталитической и жидкостной).

Для эффективного выноса пыли из забоя скорость воздуха должна быть не менее расчетной, кроме того, для борьбы с запыленностью шахтного воздуха применяют специальный комплекс мер, среди которых наиболее распространено гидрообеспыливание. Пылеподавление у источников образования осуществляется с помощью воздушно-водяной смеси и с помощью водяной забойки (гидрозабойки скважин и шпуров). При подземной добыче руды основными загрязнителями являются газопылевые выбросы в атмосферу – смесь атмосферного воздуха с различными газообразными и пылевыми примесями, выделяющимися при производстве буровзрывных работ, очистной выемки и пр. В периоды проведения массовых взрывов концентрация газопылевых примесей в исходящей струе многократно возрастает.

Для управления эмиссиями применяются следующие технические решения по данным КТА (таблица 3.26).

Таблица 3.26. Технические решения для контроля и предотвращения выбросов загрязняющих веществ (по данным КТА)

№ п/п	Технические решения	Наименование загрязняющих веществ	КПД (факт)	Наличие на объекте
1	2	3	4	5
1	АС Переработка руды на (ДСК) – АТУ-3	пыль	78,93	С3
2	АС Переработка руды на (ДСК) БКЗ – ДСУ-30, рукавные фильтры	пыль	90	С3
3	АС Переработка руды на (ДСК) – АТУ-1	пыль	77,95	С3
4	АС Переработка руды на (ДСК) – АТУ-2	пыль	78,5	С3
5	АС Переработка руды на (ДСК) БКЗ – ДСУ-30, рукавные фильтры	пыль	90	С3
6	АС добычные работы – ШМ АТУ-3	пыль	82,38	С2
7	Циклон ЦН-15-800	Пыль, окислы железа, марганец и его соединения	77,8	В4
8	групповой циклон ЦН-15-500-4УП	пыль	85,9	В4

№ п/п	Наименование отхода	Объем образования отходов, тыс. т/ год		Использовано отходов, тыс. т/ год		Объем размещения отходов, тыс. т/ год		Удельные показатели образования отходов на единицу произведенной продукции, кг/ т о н н у продукции		Применение вскрышных пород/ размещение	Размещение/ складирование
		Макс.	Мин.	Макс.	Мин.	Макс.	Мин.	Макс.	Мин.		

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Добыча железных руд подземным способом											
1	А5										
2	Отходы горнодобывающей промышленности	0,2	0,03	0	0	0	0	0,1	0,00001	Используются повторно в полном объеме	
3	Отходы горнодобывающей промышленности	0,4	0,1	0,1	0,1	0,3	0,05	0,2	0,05		Размещение на полигоне, передача сторонним организациям на утилизацию и (или) реализация сторонним организациям
4	Отходы из шахт и карьеров в металлосодержащего минерального сырья,	79,6	58,2	79,6	58,2	0	0	42,8	21,1	Используется повторно	

	включа я вскрыш ные породы										полном объеме	
5	В4											
6	Отходы из шахт и карьеро в металл осодер жащего минера льного сырья, включа я вскрыш ные породы	41,1	28,1	41,1	28,1	0	0	23,1	11,7			Н а рекульт ивацию отработ анного карьера " Западн ы й Каража л"
7	С2											
8	Отходы горнод обываю щей промы шленно сти	765	264,9	765	264,9	0	0	851,5	219,5	Отходы обогащ ения кусков ые – закладк а в вырабо танное простра нство карьеро в	вмеща ющая порода – заклад ывается в вырабо танное простра нство карьеро в	
9	Аспира ционная пыль	4	2,8	4	2,8	0	0	12,6	5,1	Исполь зовано в произв одстве	аспира ционная пыль возвра щается в произв одство	
10	С3											
11	Аспира ционная пыль	0,06	0,01	0,06	0,01	0	0	66,4	30,2	Аспира ционная пыль возвра щается	Исполь зовано	

										в произв одство	в произв одстве
12	Отходы горнодо бываю щей промы шленно сти	120	79,4	120	79,4	0	0	0,03	0,005	Вмеща ющая порода – закладк а в вырабо танное простра нство карьеро в	вмеща ющая порода – заклад ывается в вырабо танное простра нство карьеро в

3.2.12. Потребление топливно-энергетических ресурсов

При подземной добыче руд черных металлов на предприятиях могут использоваться следующие энергетические ресурсы:

- моторное топливо (дизельное топливо);
- электрическая энергия;
- ТЭ.

В общей доле потребления энергетических ресурсов на добычу подземным способом расходуется от 10 до 15 % от общего потребления горно-обогачительных предприятий. Основными потребителями энергоресурсов при подземной добыче руды являются:

водоотливные установки – от 20 до 25 % от общего потребления электроэнергии шахты;

вентиляционные установки – от 15 до 25 % от общего потребления электроэнергии шахты;

добычные установки – от 10 до 15 % от общего потребления электроэнергии шахты;

подземный транспорт – от 10 до 15 % от общего потребления электроэнергии шахты;

компрессорные установки – от 5 до 10 % от общего потребления электроэнергии шахты;

подготовительные участки – от 8 до 15 % от общего потребления электроэнергии шахты;

подъемные установки – от 5 до 10 % от общего потребления электроэнергии шахты;

объекты, расположенные на поверхности до 10 % от общего потребления электроэнергии шахты.

В виду того, что на предприятиях в большей степени не налажен отдельный учет потребляемых энергетических ресурсов по технологическим переделам были

рассмотрены укрупненные показатели потребления ТЭР и удельных расходов на производимую продукцию.

В таблице 3.28 представлены текущие объемы потребления энергетических ресурсов применяемых при подземной добыче руд черных металлов. В качестве удельных расходов потребления ресурсов определено потребление ресурсов на тонну добытой руды.

Таблица 3.28. Текущие объемы потребления энергетических ресурсов

№ п/п	Наименование объекта	Потребляемый ресурс	Целевое назначение использования	Годовое потребление, т.у.т.	Удельное потребление, т.у.т./т
1	2	3	4	5	6
1	A5	Электрическая энергия	Добыча	10 867,88	0,00572
2	B4	Электрическая энергия	Добыча	5 246,959	0,00221
3	C3	Электрическая энергия	Добыча	4 232,43	0,00181
4	C2	Электрическая энергия	Добыча	4 709,326	0,00187
5	B4	Моторное топливо	Добыча	626,222	0,000261
6	B4	ТЭ	Отопление и вентиляция	926,068	0,000386

Из представленной таблицы видно, что удельный расход электрической энергии на добытую руду может варьировать в пределах от 0,00221 до 1,873 т.у.т. на тонну добытой руды (13,19 – 46,51 кВт*ч/т). По данным ИТС НДТ 25 – 2021 на предприятиях горнодобывающей отрасли Российской Федерации удельный расход электрической энергии на тонну добычи горной массы при подземной добыче составляет от 28 – 33кВт*ч/т.

Основные факторы, влияющие на удельный расход электрической энергии при подземной добыче:

- объем проводимых подготовительных работ;
- глубина разрабатываемых горизонтов;
- особенность системы обеспечения сжатым воздухом шахт (централизованная или распределенная системы);
- объем подземных вод.

Также значительное влияние на удельные расходы энергетических ресурсов оказывает объем вскрышных работ, проводимых на шахте, так как удельные расходы определяются на тонну добытой руды.

Еще одним фактором, влияющим на определение удельных расходов, является особенности учета и распределения потребления энергетических ресурсов на различных предприятиях (отсутствие учета по технологическим переделам, а также по каждой значимой единицы оборудования).

3.3. Обогащение руд черных металлов

Обогащение руд представляет собой совокупность методов разделения металлов и минералов друг от друга по разнице их физических и/или химических свойств. Технологическая схема обогащения руд с магнитными свойствами приведена на рисунке 3.22.



Рисунок .. Технологическая схема обогащения магнетитовых руд

Процессы обогащения полезных ископаемых сопровождаются выбросами загрязняющих веществ, образованием сточных вод, отходов и другими воздействиями на окружающую среду, зависящими от состава обогащаемого минерального сырья, выбранного метода обогащения, применяемых технических и технологических решений.

Наиболее значимое негативное воздействие на компоненты окружающей среды оказывают операции по размещению отходов обогащения.

Отходы обогащения (порода, хвосты (шламы)) представляют собой мелкофракционный материал, в т. ч. содержащий остатки применяемых реагентов, размещаемые на объектах размещения отходов (отвалах, хвостохранилищах (шламонакопителях)). Воздействие от объектов размещения отходов обогащения проявляется в виде изъятия земель, трансформации естественных ландшафтов, статической нагрузки на грунты, загрязнении компонентов окружающей среды.

Непосредственное загрязнение приземной атмосферы взвешенными веществами (пылью) при обогащении железных руд происходит:

- при конвейерном транспорте рудной массы;
- при ее грохочении и дроблении;
- при загрузке приемных воронок дробилок крупного дробления обогатительных фабрик;
- в процессах сухой магнитной сепарации;
- в процессах сушки концентрата и аглоруды;
- при пылении с хвостохранилища.

Интенсивность пылевыведений зависит как от вида технологических операций и физико-механических свойств перерабатываемого материала, так и от наличия средств борьбы с пылевыведениями.

Корпуса дробления руды и сушки концентрата, как правило, обеспечиваются аспирационными установками, в которых используются электрофильтры, мокрые газоочистные установки с эффективностью пылеочистки выше 95 %.

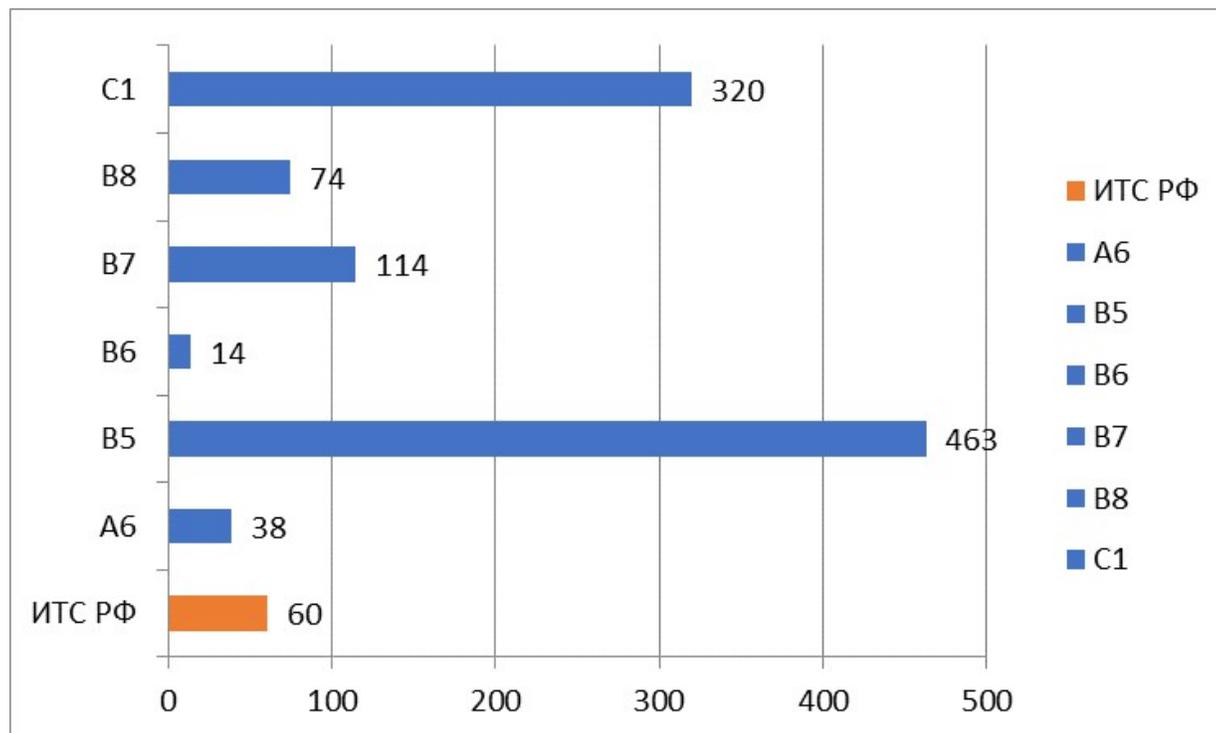


Рисунок .. "Удельные выбросы пыли (г/т) при обогащении"

Анализ диаграммы показывает, что удельные выбросы пыли при обогащении на некоторых предприятиях немного выше требований ИТС – 25 Российской Федерации. При определении удельных показателей принимались выбросы пыли без учета вспомогательных работ. В ИТС 25 – 2021 удельные выбросы взвешенных веществ (все твердые вещества в составе выброса, включая "Пыль неорганическая с содержанием SiO_2 менее 20, 20 – 70, а также более 70 %) составляют 60 г/т, для очистки используются циклоны, скруббер Вентури, электрофильтры.

Очищенные сточные воды карьеров используются для обеспечения оборотного цикла – "фабрика-хвостохранилище" и покрытия безвозвратных потерь.

Основными отходами процесса обогащения железных руд являются "хвосты", образующиеся в технологических операциях измельчения, классификации, обогащения, сгущения, фильтрования.

3.3.1. Основные методы обогащения

Технология обогащения руды представляет собой ряд последовательных операций (процессов), в результате которых происходит отделение одного или нескольких полезных компонентов от примесей.

Процессы обогащения по своему назначению делятся на подготовительные, основные (процессы разделения минералов) и вспомогательные (см. рисунок 3.24).

Подготовительные процессы – дробление, измельчение, грохочение и классификация – предназначены для получения продукта заданной крупности, требуемой для последующего процесса. Дробление и измельчение – процессы уменьшения размеров кусков полезных ископаемых под воздействием внешних сил. При дроблении получают продукты крупнее 5 – 8 мм, при измельчении – менее 5 мм. Для разделения руды, дробленого или измельченного материала на продукты различной крупности применяют грохочение и классификацию. Грохочение – рассев руды на классы крупности на решетках или ситах с калиброванными отверстиями. Классификация – разделение дробленой или измельченной руды по крупности, основанное на выносе мелких частиц движущимся водным или воздушным потоком.



Рисунок .. Обобщающая схема технологического процесса обогащения

К основным относятся процессы собственно обогащения – разделения минералов, в результате которых полезные компоненты выделяются в виде концентратов, а порода и примеси удаляются в виде хвостов. Процессы обогащения (разделения) основаны на различиях в физических или физико-химических свойствах разделяемых минералов: крупности, форме, плотности, магнитной восприимчивости, электропроводности, смачиваемости и др.

3.3.1.1. Гравитационные методы обогащения

Гравитационные методы обогащения - обогащение в жидкой или газообразной среде под действием сопротивления среды и сил тяжести разделяемых частиц - основаны на использовании различий преимущественно плотности.

При гравитационном обогащении используются также центробежные силы, возникающие в результате вращения частиц и среды, а также электрическое и магнитное воздействие на разделяющую среду. Гравитационные методы широко применяют при обогащении руд и россыпей редких и благородных металлов, железных руд и угля.

Из гравитационных методов в промышленности наиболее распространены процессы отсадки, концентрации на столах, обогащения в винтовых, конусных струйных сепараторах, в тяжелых суспензиях и жидкостях, а также на шлюзах.

3.3.1.2. Магнитные методы обогащения

Магнитное обогащение - процесс обогащения в магнитном поле, основанный на использовании различий магнитных свойств разделяемых компонентов ископаемого сырья. В магнитном поле, создаваемом магнитом сепаратора, магнитные минеральные частицы намагничиваются и притягиваются полюсами магнитов; частицы немагнитных минералов не намагничиваются и свободно выводятся из магнитного поля.

Источником создания магнитного поля служат постоянные магниты (намагниченные тела) и электромагниты (соленоиды); постоянные магниты применяются для сепараторов со слабым магнитным полем напряженностью не более $10 \cdot 10^4$ А/м.

Магнитную сепарацию широко применяют при обогащении железных, хромовых руд, медно-никелевых руд и руд редких металлов (преимущественно в перераспределительных операциях черновых концентратов и при доводке коллективных концентратов).

Крупность частиц, подвергаемых магнитному обогащению, равна 100 – 0,044 мм. Процесс осуществляется в водной или воздушной среде. По магнитным свойствам минералы в практике делят на четыре группы: сильномагнитные, магнитные, слабомагнитные и немагнитные.

3.3.1.3. Флотационные методы обогащения

Флотационное обогащение или флотация - процесс обогащения, основанный на физико-химических явлениях, происходящих на границе различных фаз: твердой (минеральные частицы), жидкой (вода) и газообразной (воздух).

Главную роль при флотационной минерализации пузырьков воздуха в воде играют процессы смачивания, происходящие на границе раздела флотационных фаз вдоль периметра их соприкосновения (периметр смачивания).

Процессы смачивания определяются свойствами гидратных слоев, покрывающих минеральную частицу и пузырек воздуха. С увеличением гидратации поверхности увеличивается ее смачиваемость (гидрофильность), а при уменьшении поверхность становится менее смачиваемой (гидрофобной).

Гидратированность поверхности минералов (степень их смачивания водой) характеризуется краевым углом смачивания, от величины которого зависит флотированность минералов.

Природная гидратированность поверхности минералов, а также гидратация поверхности воздушных пузырьков в условиях флотации направленно изменяется с помощью флотационных реагентов. Результат прилипания минеральных частиц к пузырькам воздуха в реальных флотационных условиях определяется кинетикой прилипания, которая определяется кинетикой разрушения прослойки воды, разделяющей пузырек и частицу. Чем гидрофобнее поверхность частицы минерала, тем меньше сила столкновения и время контакта, необходимые для закрепления частицы на пузырьке воздуха в воде. Существенное влияние на прилипание в кинетических условиях оказывают также размер и форма частицы, шероховатость поверхности и др. Вероятность флотации для малых частиц зависит в основном от вероятности их столкновения с пузырьками, а для крупных - от вероятности устойчивого закрепления частицы на пузырьке. Отсюда в более плотной пульпе лучше флотируются шламы, в более разбавленной - крупные частицы. Существуют следующие разновидности флотации: пленочная, масляная и пенная.

3.3.1.4. Электрические методы обогащения

Электрическое обогащение - процесс обогащения в электрическом поле, основанный на использовании различий электрических свойств разделяемых компонентов ископаемого сырья. На различные минералы, проходящие через электрическое поле, действуют электрические силы, обуславливающие различную траекторию движения частиц и их разделение.

Электрическую сепарацию применяют при обогащении руд редких металлов (перечистка черновых и доводка коллективных концентратов). Электрическое обогащение часто применяют для отделения ильменита и рутила от циркона, монацита, ставролита; касситерита и вольфрамита - от турмалина, граната, монацита, циркона; колумбит-танталита - от касситерита и циркона. Электрические методы можно также использовать при сепарации угольной мелочи. Крупность подвергаемых электрическому обогащению руд обычно не превышает 2 (6) мм.

По электропроводности минералы делят на три группы:

хорошо проводящие электрический ток - проводники;

слабо проводящие (полупроводящие) - полупроводники;

не проводящие электрический ток (диэлектрики).

По электропроводности минералы разделяют в электрических сепараторах. Хорошо отделяются минералы первой и второй группы от минералов третьей; сложнее (иногда невозможно) отделить минералы первой группы от минералов второй группы.

3.3.1.5. Специальные методы обогащения

К специальным и комбинированным методам обогащения относятся:

сортировка полезных ископаемых, ручная сортировка и радиометрические методы обогащения;

методы обогащения по крупности, трению, форме и прочности;

пиromеталлургические процессы - обжиг, декрипитация;

химические процессы переработки минерального сырья;

гидрометаллургические процессы – выщелачивание ценных компонентов, цементация, электролиз, осаждение, сорбция, экстракция;

геотехнологические процессы - газификация угля, серы, сланцев; выплавка бишофита, серы, битума; растворение калийных солей; скважинная гидродобыча.

Цель специальных и комбинированных методов обогащения - извлечение ценных компонентов из труднообогатимых руд, переработка черновых и коллективных концентратов, предварительное обогащение руд, обогащение бедных забалансовых руд и отходов из хвостохранилищ обогатительных фабрик.

3.3.2. Дробление, измельчение, классификация

Дробление и измельчение - процессы уменьшения размера кусков под действием внешних механических усилий для получения продукта преимущественно крупностью 5 мм и более (дробление), и менее 5 мм (измельчение). Крупность граничной частицы,

равная 5 мм, принята условно и может колебаться в некоторых пределах в зависимости от рода ископаемого сырья. При неоднородном по твердости ископаемом сырье можно получить продукты различной крупности и минералогического состава.

Физическая сущность процессов дробления и измельчения одинакова. При дроблении и измельчении горные породы разрушаются в результате различных деформаций (сжатия, растяжения, изгиба истирания и сдвига) при переходе напряжений за предел прочности материала (предел временного сопротивления).

Выбор способа дробления зависит от физических свойств полезного ископаемого и крупности исходного материала. Для очень твердых материалов наиболее рационален удар или раздавливание, для вязких - раздавливание или удар в соединении с истиранием, хрупкие материалы дробят способом раскалывания. Для крупного дробления чаще всего применяют раздавливание и раскалывание, тонкое измельчение осуществляется главным образом ударом и истиранием. Наиболее простым и дешевым способом дробления является раздавливание, наиболее дорогим - истирание, связанное с большим расходом энергии и материалов.

Процессы дробления и измельчения сопровождаются образованием новых поверхностей и, как следствие, увеличением потенциальной энергии системы. Они протекают с поглощением энергии. Продукт дробления (кусковой материал) имеет прямолинейную или выпуклую характеристику крупности, продукт измельчения (порошкообразный материал) - вогнутую характеристику.

На дробление и измельчение расходуется около половины энергии, потребляемой при обогащении минерального сырья. В зависимости от крупности дробленого продукта различают крупное, среднее и мелкое дробление. При крупном дроблении размеры максимальных кусков в дробленном продукте составляют 350-100 мм, при среднем -100-40 мм, при мелком - 40-5 мм.

Таблица .. Схемы размола на действующих фабриках горнодобывающих предприятиях Республик Казахстан (по данным КТА).

№ п/п	Рудник/ предприятие	Схема размола с классификатором
1	2	3
1	А	Две схемы измельчения 1) двухстадиальная схема измельчения-стержневая мельница + шаровая мельница; 2) трехстадиальная схема измельчения-стержневая + две шаровой мельницы последовательно на песках гидроциклонирования
2	В	Одностадиальная схема измельчения в стержневой мельнице



Рисунок .. Мельничное оборудование

Для сокращения объема материала, направляемого в операции дробления (измельчения), и выделения готового по крупности продукта применяют классификацию.

Классификация - процесс разделения ископаемого сырья, неоднородного по величине его частиц, на два (и более) относительно однородных по крупности продукта . Различают классификацию ситовую (грохочение) и безситовую (гидравлическую и воздушную).

Грохочение (ситовая классификация) - процесс разделения ископаемого сырья на классы по крупности, осуществляемый на просеивающей поверхности (решетах, ситах и др.). Аппараты, на которых осуществляется процесс грохочения, называются грохотами. Основным показателем процесса является эффективность грохочения, определяемая отношением веса подрешетного продукта к весу нижнего класса в исходном материале.

Гидравлическая (безситовая) классификация - процесс разделения ископаемого сырья на классы по крупности, осуществляемый в жидкой среде по скорости падения (осаждение) частиц.

Таблица 3.30. Основное оборудование, используемое при дроблении, измельчении, классификации (по данным КТА)

№ п/п	Наименование объекта	Наименование оборудования
1	2	3
1	А	Дробилки ККД, КСД, КМД, "Hydrocone", грохоты типа ГИТ,

		Сухие магнитные сепараторы типа ПБС, Мельницы МСЦ, МШЦ, гидроциклоны ГЦ
2	В	Дробилки СМД, КСД, центробежные дробилки, грохоты типа ГИТ, сухие магнитные сепараторы Метсо, ПБС, мельницы МСЦ, гидроциклоны типа ГЦ, грохоты типа ГИТ
3	С	Дробилки СМД, КСД, грохоты типа ГИТ, МШР

При дроблении железных руд в атмосферный воздух осуществляются выбросы пыли.

На объекте В6 для предотвращения поступления пыли в окружающую среду при транспортировке и переработке руды (в местах пересыпа мелких фракций) предусмотрены пылеуловители, которые были поставлены ранее в комплекте оборудования мобильной части. Степень очистки пылеуловителей составляет 99,9 %.

В результате проведения КТА были проанализированы данные по выбросам загрязняющих веществ и в таблице 3.31 приведены валовые выбросы, концентрации и удельные значения основных загрязняющих веществ.

Таблица .. Выбросы пыли в атмосферный воздух при дроблении, измельчении, классификации (по данным КТА)

№ п/п	Наименование объекта	Валовые выбросы загрязняющих веществ, т		Выброс загрязняющего вещества, мг/Нм ³		Удельные показатели выбросов, кг/т	
		Макс.	Мин.	Макс.	Мин.	Макс.	Мин.
1	2	3	4	5	6	7	8
	Обогащение руды						
	Дробление, измельчение, классификация						
1	А6	380,7	315,0	67,9	43,5	0,03	0,02
2	В6	20,5	17,3	959220,5	155953,8	0,1	0,00005
3	С4	88,1	74,9	726,5	88,1	0,3	0,1
4	С5	71,5	61,0	131,8	58,7	0,2	0,1

Из таблицы 3.31 следует, что удельные показатели выбросов пыли варьируются в пределах от 0,0005 до 0,3 кг/т обогащенной руды, такое расхождение в удельных показателях зависит от типа и мощности оборудования для дробления руды, типом используемого очистного оборудования.

3.3.3. Обогащение руд черных металлов

На горнодобывающих предприятиях по добыче черных руд основными методами обогащения являются магнитная рудоразборка, гравитация, магнитная сепарация

На обогатительных фабриках по обогащению железосодержащих руд применяется схема переработки для магнетитовых руд – трех- или четырехстадийное дробление до крупности 10 мм, далее сухая магнитная сепарация с получением промпродукта. Этот продукт поступает на мокрое магнитное обогащение. В схеме мокрого магнитного обогащения промпродукт проходит две либо три стадии измельчения, стадийность измельчения зависит от крупности зерен магнетита, при которой магнетит освобождается от минералов пустой породы. Стадийность мокрой магнитной сепарации зависит от содержания железа в магнитном продукте. Для фабрик, существующих в Республике Казахстан, обычно стадии магнитной сепарации доходят до 4. Далее полученный концентрат обезвоживается и отгружается потребителю. Если дальнейшим производством предусмотрен обжиг окатыша этот концентрат проходит процесс окомкования и дальнейший обжиг. Для руд, представленными минералом железа – гематитом, схема обогащения предусматривает гравитационное обогащение отсадкой.

На обогатительных фабриках по переработке хромитовых руд предусмотрена схема дробления до крупности 160. Далее продукт рассеивается на классы -160+10 мм и -10+0 мм. Класс -160+10 мм проходит обогащение в тяжелых средах. Тяжелый материал отгружается потребителю, в то время как легкий отгружается в отвал.

Класс -10+0мм рассеивается на грохоте на классы -10+3 мм и -3+0 мм. Класс -10+3 мм проходит обогащение на отсадочных машинах, а класс -3+0 мм проходит обогащение на винтовых сепараторах и центробежных гидроконцентраторах. Полученные концентраты поступают на брикетирование и окомкование с дальнейшим обжигом на пеллет-машине.

Магнитная рудоразборка применяется для выделения кусков пустой породы от рудной массы. Такое оборудование применяется при добыче и переработке железных руд в Республике Казахстан. Магнитная рудоразборка происходит при крупности руды менее 300 мм и непосредственно вблизи карьера, что позволяет складирование выделенной пустой породы в отработанный массив. Данная технология позволила выделить до 20 % пустой породы и повысить содержание железа. Разделение материала сепарации на магнитную и немагнитную составляющие (кондиционную руду и малорудные/безрудные породы) производится посредством мощного барабанного магнитного сепаратора, обеспечивающего извлечение из материала сепарации кусков руды крупностью до 450 мм. Данная технология является перспективной также для предобогащения хромитовых руд и переработки отвалов образованных в ходе добычи руд черных металлов с получением кондиционных руд для дальнейшего обогащения. Также данная технология была применена для переработки отвалов добычи марганца.

Гравитационное обогащение на обогатительных предприятиях осуществляется на различии гравитационных свойств полезных минералов и минералов пустой породы.

Обогащение хромитовых руд разработано на этом различии. Применяемое оборудование различно по своим конструкциям и способам обогащения, но все они относятся к гравитационному оборудованию. Применяемое оборудование-тяжелосредный сепаратор, отсадочная машина, винтовой сепаратор, концентрационный стол, центробежный гидроконцентратор.

Тяжелосредный сепаратор разделяет минералы по их плотности. Менее плотные всплывают и удаляются механизмами сепаратора, а более тяжелые тонут и так же выносятся устройством сепаратора. Тяжелую среду изготавливают разбавлением утяжелителя с водой. Для создания тяжелой среды при обогащении хромитовых руд применяют ферросилиций (например, на объектах С1 и С2). Концентрацию создают приближенную и выше, чем плотность обогащаемого минерала.

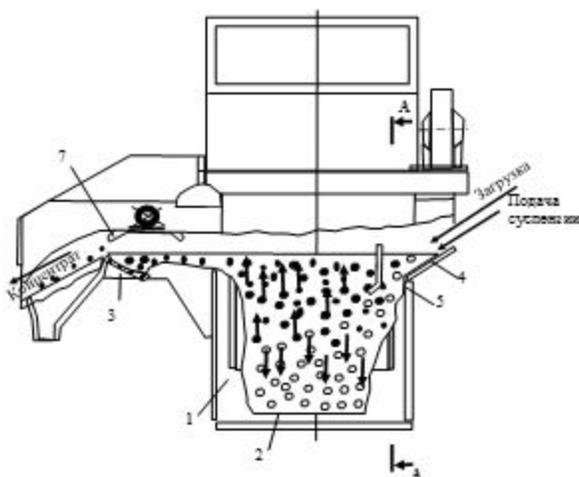


Рисунок .. Тяжелосредный сепаратор

Отсадка. Принцип работы основан на разнице скоростей движения минеральных зерен в потоке пульсирующей среде разделения. Руда разделяется на отсадочном решете по плотности и крупности на слои. В верхнем слое более легкие, в нижнем – более тяжелые. Далее продукты выгружаются специальными устройствами отсадочной машины.

Винтовой сепаратор. Обогащение рудного материала осуществляется в винтовом потоке пульпы. При движении по винтовому желобу минеральные зерна расслаиваются по плотности и крупности. Под действием центробежных сил инерции, веса и сил гидродинамического давления водного потока расслоившиеся минеральные зерна перераспределяются по сечению желоба: зерна полезных минералов большей плотности концентрируются у внутренней границы потока, а легкие зерна пустой породы - у внешнего борта.

Концентрационный стол. Процесс обогащения на столах основан на разности плотности обогащаемых минералов и их разделении (расслаивании) в струе воды, текущей по слегка наклонной поверхности

Центробежный гидроконцентратор. Принцип обогащения основан на центробежной силе. Тяжелые минералы прижимаются к внутреннему борту гидроконцентратора к постели, а более легкие выносятся с рабочей зоны устройства

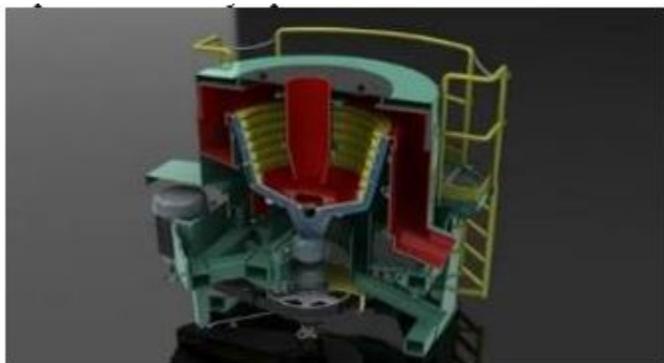


Рисунок .. Центробежный гидроконцентратор

Магнитная сепарация. По устройству и условиям работы магнитные сепараторы разделяются на две группы: с низкой напряженностью магнитного поля для сухого и мокрого обогащения сильномагнитных руд и с высокой напряженностью магнитного поля для сухого или мокрого обогащения слабомагнитных руд.



Рисунок .. Магнитный сепаратор

В таблицах ниже приведена информация по используемым методам и оборудованию для обогащения и выходу ценных компонентов на действующих в Республике Казахстан обогатительных фабриках.

Таблица 3.32. Методы обогащения, оборудование и выход ценных компонентов на действующих в Республике Казахстан обогатительных фабриках

№ п/п	Наименование объекта	Метод обогащения	Продукция	Основное оборудование	Выход, %

1	2	3	4	5	6
1	А	Магнитная крупнокусковая рудоразборка, сухая и мокрая магнитная сепарация	Железный концентрат-Fe-, 65 – 66,5 %	Сепараторы сухой магнитной сепарации типа П Б С , сепараторы мокрого магнитного обогащения типа ПБМ, магнитные дешламаторы ДШ-9, мокрое тонкое грохочение грохоты Деррик	46,5
2	В	Гравитация, сухая и мокрая магнитная сепарация	Железный концентрат-Fe- 49 – 55 %	Сепараторы сухой магнитной сепарации типа ПБС и Метсо, сепараторы мокрого магнитного обогащения типа ПБМ, отсадочная машина	61,2
3	С	Рудосортировка, тяжелосредняя сепарация, гравитация и магнитная сепарация с высоким магнитным полем	Богатая товарная руда Cr_2O_3 , 45 – 50 %, концентраты- Cr_2O_3 , более 50 %	Тяжелосредняя сепарация Wedag, отсадочная роторно-поршневая машина Alljig (Германия), диафрагмовая отсадка SK16, гидроклассификаторы, концентрационные столы, винтовые сепараторы, центробежные концентраторы Фалкон	59,9

При обогащении железных руд в атмосферный воздух осуществляются выбросы пыли. В результате проведения КТА были получены данные по выбросам

загрязняющих веществ и в таблице № 3.33 приведены валовые выбросы, концентрации и удельные значения основных загрязняющих веществ.

Таблица .. Выбросы пыли в атмосферный воздух (по данным КТА)

№ п/п	Наименование объекта	Валовые выбросы загрязняющих веществ, т		Выброс загрязняющего вещества, мг/Нм ³		Удельные показатели выбросов, кг/т	
		Макс.	Мин.	Макс.	Мин.	Макс.	Мин.
1	2	3	4	5	6	7	8
	Обогащение железной руды						
	Обогащение руд черных металлов						
1	A6	42,7	35,4	-	-	0,003	0,002
2	B5	27,4	27,2	-	-	0,01	0,01
3	B7	12,4	12,3	-	-	0,005	0,005
4	B8	21,6	20,9	138,7	0,4	0,1	0,02
5	C4	64,5	54,8	-	-	0,2	0,1
6	C5	794,0	182,3	1687,1	28,1	1,4	0,2

Из таблицы 3.33 следует, что удельные показатели выбросов пыли варьируются в пределах от 0,002 до 1,4 кг/т обогащенной руды, данное расхождение в удельных показателях зависит от методов и оборудования для обогащения, временного периода работы.

3.3.4. Обезвоживание, сушка концентрата (аглоруды), обеспыливание

Большинство процессов обогащения осуществляется в водной среде и получаемые продукты содержат большое количество воды.

Концентрат, как окончательный продукт обогатительного процесса, представляет собой сухой, мелко размолотый, содержащий благородные металлы минеральный материал.

Перед складированием концентрат транспортируется конвейерами на просушку в бункера корпуса сушки, например, с применением барабанного, дискового или пневматического фильтрующего устройства. Путем фильтрации можно достичь влажности в 10 %, что достаточно для складирования и перевозки. Дополнительно можно использовать термическую сушку.

На предприятии А концентраты обезвоживаются на дисковых вакуум-фильтрах в летний период – до влажности 10 %. Сушка концентрата в зимний период производится в сушильных барабанах до влажности 3,0 % с целью предотвращения смерзания железорудного концентрата при транспортировке потребителю. Топливом для сушильных барабанов служит природный газ.

Таблица .. Основное оборудование, используемое при обезвоживании, сушке и обеспыливании

№ п/п	Наименование объекта	Наименование оборудования
1	2	3

1	A	Дисковые вакуум-фильтры, сушильные барабаны, осадительная камера, мокрый прутковый золоуловитель МП-ВТИ
2	B	Ленточные вакуум-фильтры, сушильный барабан, обезвоживающие грохота, циклонные пылеуловители
3	C	Обезвоживающие грохота, ленточные вакуум-фильтры, сгустители

При сушке концентрата в атмосферный воздух выделяются загрязняющие вещества в виде пыли, окислов азота, углерода оксида, серы диоксида. Корпуса дробления руды и сушки концентрата, как правило, обеспечиваются аспирационными установками, в которых используются электрофильтры, мокрые газоочистные установки с эффективностью очистки выше 95 %, циклоны ЦН-15 с эффективностью очистки 77,8 – 85,9 %.

В результате проведения КТА были получены данные по выбросам загрязняющих веществ и в таблицах 3.35 – 3.38 приведены валовые выбросы, концентрации и удельные значения основных загрязняющих веществ.

Таблица .. Выбросы пыли в атмосферный воздух (по данным КТА)

№ п/п	Наименование объекта	Валовые выбросы загрязняющих веществ, т		Выброс загрязняющего вещества, мг/Нм ³		Удельные показатели выбросов, кг/т	
		Макс.	Мин.	Макс.	Мин.	Макс.	Мин.
1	2	3	4	5	6	7	8
	Производство концентрата						
	Сушка концентрата						
1	A6	97,7	80,9	106,8	68,7	0,01	0,004
2	B5	294,0	60,9	962,5	364,6	0,5	0,1

Из таблицы 3.35 следует, что удельные показатели выбросов пыли варьируются в пределах от 0,004 до 0,5 кг/т обогащенной руды, данное расхождение в удельных показателях может быть от типа используемого очистного сооружения, от его эффективности очистки.

Таблица .. Выбросы окислов азота в атмосферный воздух (по данным КТА)

№ п/п	Наименование объекта	Валовые выбросы загрязняющих веществ, т		Выброс загрязняющего вещества, мг/Нм ³		Удельные показатели выбросов, кг/т	
		Макс.	Мин.	Макс.	Мин.	Макс.	Мин.
1	2	3	3	4	5	6	7
	Производство концентрата						
	Сушка концентрата						

1	A6	23,9	19,8	61,6	8,7	0,002	0,001
2	B5	22,0	13,5	91,0	14,3	0,03	0,01

Из таблицы 3.36 следует, что удельные показатели выбросов окислов азота варьируются в пределах от 0,001 до 0,03 кг/т обогащенной руды, данное расхождение в удельных показателях может быть от состава сжигаемого топлива, времени работы при сушке концентрата.

Таблица .. Выбросы углерода оксида в атмосферный воздух (по данным КТА)

№ п/п	Наименование объекта	Валовые выбросы загрязняющих веществ, т		Выброс загрязняющего вещества, мг/Нм ³		Удельные показатели выбросов, кг/т	
		Макс.	Мин.	Макс.	Мин.	Макс.	Мин.
1	2	3	4	5	6	7	8
Производство концентрата							
Сушка концентрата							
1	A6	257,3	212,9	702,4	471,9	0,02	0,01
2	B5	55,547	33,373	264,8	176,4	0,1	0,04

Из таблицы 3.37 следует, что удельные показатели выбросов углерода оксида колеблются в пределах от 0,01 до 0,1 кг/т обогащенной руды, данное расхождение в удельных показателях может быть от состава сжигаемого топлива, времени работы при сушке концентрата.

Таблица .. Выбросы серы диоксида в атмосферный воздух (по данным КТА)

№ п/п	Наименование объекта	Валовые выбросы загрязняющих веществ, т		Выброс загрязняющего вещества, мг/Нм ³		Удельные показатели выбросов, кг/т	
		Макс.	Мин.	Макс.	Мин.	Макс.	Мин.
1	2	3	4	5	6	7	8
Производство концентрата							
Сушка концентрата							
1	A6	0,04	0,03	2,4	1,6	0,000003	0,000002
2	B5	0,883	0,154	66,3	22,1	0,001	0,0002

Из таблицы 3.38 следует, что удельные показатели выбросов серы диоксида колеблются в пределах от 0,000003 до 0,001 кг/т обогащенной руды, данное расхождение в удельных показателях может быть от состава сжигаемого топлива, времени работы при сушке концентрата.

Применяемые технические решения управления эмиссиями приведены в таблице ниже.

Таблица .. Технические решения для контроля выбросов пыли (по данным КТА)

№ п/п	Применимость	Технические решения	КПД (факт)	Наличие на объекте
1	2	3	4	5
1	Подготовка шихты	газопромыватель ВГ-ВНИИМГ, мокрый скруббер	91,2	А6
		газопромыватель ВГ-ВНИИМГ, мокрый скруббер	92	
		газопромыватель ВГ-ВНИИМГ, мокрый скруббер	87,6	
		газопромыватель ВГ-ВНИИМГ, мокрый скруббер	85,9	
		газопромыватель ВГ-ВНИИМГ, мокрый скруббер	90,4	
		газопромыватель ВГ-ВНИИМГ, мокрый	92	
		газопромыватель ВГ-ВНИИМГ, мокрый скруббер	90,5	
2	Сортировка	газопромыватель ВГ-ВНИИМГ, мокрый скруббер	92	
33 3	Складирование хвостохранилище	Корпус обогащения АТУ-2	86	
		Корпус перегрузки АТУ-1	96	
		Корпус перегрузки АТУ-2	92	
		Корпус погрузки АТУ-3	88	
		Корпус погрузки АТУ-4	86	
		Корпус сушки СБ 1,2,3,5,8,9,10,4*	94	
		Корпус ССК АТУ-1	89	
		Корпус ССК АТУ-2	88	
		Корпус ССК АТУ-3	91	
		Корпус ССК АТУ-4	90	
		Обжиговая печь	98,7	
		АТУ-3а,б	98	

4	Складирование хвостохранилище	АТУ-2 отм.+32,0м	98	B5
		АТУ-1 отм.+32,0м	98	
		Корпус дробления АТУ-5а	93	
		Корпус дробления АТУ-5б	93	
		АТУ-1 участок гашения извести	86	
5	Мобильная часть ОФ	Аспирационная система №1	84,8	B6
		Аспирационная система №1	84,8	
		Аспирационная система №1	84,8	
		Аспирационная система №1	84,8	
		Аспирационная система №1	84,8	
		Аспирационная система №1	84,8	
		Аспирационная система №7	86,3	
		Аспирационная система №7	86,3	
		Аспирационная система №2	84,5	
		Аспирационная система №2	84,5	
		Аспирационная система №2	84,5	
		Аспирационная система №2	84,5	
		Аспирационная система №2	84,5	
		Аспирационная система №2	84,5	
		Аспирационная система №2	84,5	
		Аспирационная система №2	84,5	
		Аспирационная система №6	73,8	
		Аспирационная система №6	73,8	
		Аспирационная система №6	73,8	
		Аспирационная система №3	82,1	

		Аспирационная система №3	82,1	
		Аспирационная система №5	82,6	
		Аспирационная система №4	79,3	
		Аспирационная система №4	79,3	
		Аспирационная система №4	79,3	
6	Промышленная площадка №2	Аспирационная система	90	
77	Стационарная часть обогатительной фабрики	Аспирационная система №3	84,2	
		Аспирационная система №3	84,2	
		Аспирационная система №4	84,1	
		Аспирационная система №4	84,1	
		Аспирационная система №7	89	
8	Дробление богатой руды	АС АТУ-15	78,48	
		АС АТУ-17	87,75	
		АС АТУ-19	86,18	
		АС АТУ-20	67,95	
		АС АТУ-21	68,38	
9	Дробление бедной руды	АС АТУ-1	85,48	
		АС АТУ-4	78,65	
		АС АТУ-5	88,4	
		АС АТУ-6	81,65	
10	Обогащение	АС АТУ-2	86,48	С4
		АС АТУ-3	80,05	
		АС АТУ-7	73,2	
11	Брикетирование	АС АТУ-8	81,25	
		АС АТУ-9	84,9	
		АС АТУ-10	73,9	
		АС АТУ-11	69,6	
		АС АТУ-	75,5	
		АС АТУ-13	80,8	
		АС АТУ-22	84,63	
		Пылеуловитель мокрый струйный МПС-60	97	

12	Дробление руды	АС КСД – АТУ-3, Циклон СИОТ №7	81,8	
		АС КСР – АТУ-5, Скруббер КМП-7,1	81,83	
		АС ККД – АТУ-1, Скруббер КМП – 5.0	81,68	
		АС ККД – АТУ-2, Циклон КМП – 3.2	78,9	
		АС КСР – АТУ-4, Скруббер КМП-7,1	89,4	
13	Обогащение, Обогащение хромовой руды 0 – 10 мм	АС УС ФООР – Циклон ЦН-11-800	77,7	С5
		АС ПВКМиТК №2 – АТУ-19	80,63	
		АС УС ФООР – Циклон ЦН-11-800	68,3	
		АС УС ФООР – Циклон ЦН-11-800	88	
		АС УС ФООР – Циклон ЦН-11-800	85,4	
		АС УС ФООР – Циклон ЦН-11-800	77,7	
		АС УС ФООР – Циклон ЦН-11-800	85,4	
		АС ПВКМиТК №2 – Циклон ЦН-11-800	80	
		АС УС ФООР – АТУ-9, Скруббер КМП – 2,5	83,85	
		АС УС ФООР – Циклон ЦН-11-800	85,4	
		АС УС ФООР – Циклон ЦН-11-800	85,4	
		АС УС ФООР – Циклон ЦН-11-800	88	
		АС УС ФООР – Циклон ЦН-11-800	85,4	
		АС УС ФООР – Циклон ЦН-11-800	73,8	
		АС УС ФООР – Циклон ЦН-11-800	80	
	АС ПВКМиТК – АТУ-7, Скруббер КМП-2,5	80,7		

14	Обогащение хромовой руды 10 – 160мм	АС КМД – АТУ-6, Скруббер КМП-6,3	79,1	
----	-------------------------------------	----------------------------------	------	--

3.3.5. Складирование, транспортировка

Полученный в процессе обогащения концентрат складировается на территории рудника до доставки его потребителю на место последующей переработки. Концентрат располагается штабелями в крытых складах, на открытых площадках или закрытых внутренних помещениях.

Хранение в штабелях в закрытых помещениях уменьшает потери от распыления, заиливания, растворения. На открытых площадках хранятся, обычно, концентраты небольшой ценности. Размеры складских помещений зависят от способа и периодичности перевозки, на которую влияет потребность в доставке концентрата на месте переработки, а также система приема. Концентрат транспортируется чаще по железной дороге, если расстояние большое или объем груза велик. Небольшие перевозки осуществляются грузовым автотранспортом.

При складировании и транспортировке концентрата в атмосферный воздух выделяется пыль. На объекте В 6 для предотвращения поступления пыли в окружающую среду при транспортировке и переработке руды (в местах пересыпа мелких фракций) предусмотрены установки пылеудаления, состоящие из циклонов марки Ц-15-900П со степенью очистки до 90,0 %. Собранная пыль от установок пылеудаления возвращается в технологический процесс обогащения. Полученный концентрат автотранспортом вывозится на железнодорожный тупик для отправки железнодорожным транспортом потребителю.

3.3.6. Водоподготовка, обратное водоснабжение

На предприятиях, где применяется мокрое магнитное обогащение, гравитационное обогащение установлены сгустители, в которых осуществляется обезвоживание продуктов обогащения от 10 % твердого до 50 % твердого, излишняя вода переливом через порог кольцевого желоба попадает в желоб сгустителя и далее в чан оборотной воды и далее водяными насосами вода поступает в технологический процесс.

Так как в процессе обогащения черных руд не применяются химические реагенты оборотная вода не претерпевает какие-либо химические изменения, вследствие этого водоподготовка (химическая очистка, изменение рН) оборотной воды для технологического процесса не осуществляется.

В ходе обезвоживания продуктов обогащения в сгустителе необходим контроль слива сгустителя на концентрацию взвешенных частиц. Так же на этих предприятиях применяются хвостохранилища для складирования мокрых отходов, где происходит

осветление хвостов обогащения, осветленная вода поступает в чан оборотной воды, находящийся на обогатительной фабрике, где вновь поступает в технологический процесс.

На предприятии А обеспечение работы фабрики осуществляется хвостовым хозяйством предприятия, которое контролирует оборотное водоснабжение из хвостохранилища и проводит удаление избыточных вод, откачиваемых из подземного рудника и железорудного карьера.

Оборотное водоснабжение имеет огромное значение для экономии водопотребления из природных источников (снижает водопотребление из природных источников до 70 %).

3.3.7. Управление отходами производства

Основными отходами процесса обогащения железных руд являются "хвосты", образующиеся в технологических операциях измельчения, классификации, обогащения, сгущения, фильтрования. Кроме пустой породы в хвостах могут присутствовать частицы железосодержащих минералов в количестве от 8 % до 26,5 %. Объемы хвостов составляют от 40 % до 83 % от объема обогащаемого материала - в зависимости от уровня содержания железа в перерабатываемых рудах.

Помимо хвостов к отходам производства обогатительных фабрик следует отнести сорбенты, фильтры, фильтровальные материалы, утратившие потребительские свойства, отходы обслуживания и ремонта оборудования, которое не подлежит утилизации, сдачи в металлолом.

Пыль аспирационная (газоочистки) образуются в процессе очистки циклонов. Накапливается в бункерах циклонов, затем возвращается обратно в технологический цикл, либо вывозится на полигоны промышленных и строительных отходов.

Для размещения хвостов (отходов обогащения) сооружаются хвостохранилища, оборудованные оградительными дамбами, системами водоотведения сточных вод и их очистки. Для предотвращения загрязнения грунтов и подземных вод непроницаемость основания хвостохранилища обеспечивают при необходимости уплотняющим материалом (уплотненные глинистые покрытия) или покрытиями в виде геомембран. Технология обустройства площадок для складирования вскрышных пород обычно проще, так как там не требуется дамб обвалования. Прочность и плотность грунта на этих участках предварительно исследуется. Также управление поверхностным стоком планируется до начала складирования.

Влажность хвостов в накопителе предприятия А переменная как по площади, так и по глубине и может составлять от 3 – 5 % до полного водонасыщения – 25 – 34 % (по весу). Хвосты сухой магнитной сепарации железнодорожным транспортом направляются в отвалы пустой породы или используются в качестве щебенки. Хвосты мокрой магнитной сепарации напорным гидротранспортом через пульпонасосные станции направляются в хвостохранилище.

Корпус обогащения в тяжелых суспензиях предприятия С производит отвальные отходы обогащения (кусковые) с низким содержанием оксида хрома от 3 до 5 % и размещают в отработанный карьер.

В таблице 3.40 представлены данные по образованию отходов при обогащении железных руд. Удельные значения основных загрязняющих веществ определены как кг /т продукции.

Таблица 3.40. Показатели образования, примеры применения и размещения основных производственных отходов обогащения (по данным КТА)

№ п/п	Наименование отхода	Объем образования отходов, тыс. т/год		Использовано отходов, тыс. т/год		Объем размещения отходов. Тys. т/год		Удельные показатели образования отходов на единицу произведенной продукции, кг/т о н н у продукции		Применение вскрышных пород/размещение	Размещение/складирование
		Макс.	Мин.	Макс	Мин	Макс.	Мин.	Макс.	Мин.		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	A7										
2	Отходы горнодобывающей промышленности	4,6	3,4	0,1	0,1	4,5	3,3	1,3	0,6		Размещение на полигоне, передача сторонним организациям на утилизацию и (или) реализация сторонним организациям
3	Хвосты обогащения	7,2	0,004	7,2	2,1	0	0	2,2	0,4		Используются повторно в полном объеме
4	B8										

5	Аспирационная пыль	2,3	2,3	0	0	0	0	0	0		Отгружается в вагоны вместе с концентратом
6	Хвосты обогащения	212	212	190,8	190,8	190,8	190,8	657,9	190,8		Складирование
7	С4										
8	Аспирационная пыль	2	0,3	2	0,3	0	0	4,4	0,3	Использовано в производстве	аспирационная пыль возвращается в производство.
9	Отходы горнодобывающей деятельности	400	90,8	400	90,8	0	0	4,4	0,3	Отходы обогащения кусковые – закладываемые в выработанное пространство карьера	отходы обогащения (кусковые) – закладываются в выработанное пространство отработанных карьеров
10	Отходы обогащения (кусковые)	595	163,4	0	0	595	163,4	1677,5	238,9	Отходы обогащения кусковые – закладываемые в выработанное пространство карьера	шламы (шламовые хвосты обогащения) – в шламохранилище
11	С5										
										Использовано	аспирационная пыль

12	Аспирационная пыль	4	2,83	4	2,8	0	0	12,6	5,1	в производстве	возвращается в производство.
13	Отходы горнодобывающей деятельности	765	264,9	765	264,9	0	0	851,5	219,5	Отходы обогащения кусковые – закладка в выработанное пространство карьеров	отходы обогащения (кусковые) – закладываются в выработанное пространство отработанных карьеров
14	Отходы обогащения (кусковые)	680	245,6	90	90	680	155,6	756,9	203,5	Шламы (шламовые отходы обогащения) – размещение в шламохранилище	шламы (шламовые хвосты обогащения) – в шламохранилище

3.3.8. Потребление топливно-энергетических ресурсов

При обогащении на предприятиях используются следующие энергетические и сырьевые ресурсы:

электрическая и ТЭ;

котельно-печное топливо (уголь каменный, газ природный);

дизельное топливо, керосин;

водные ресурсы (карьерные и шахтные воды);

сырая руда.

В общей доле потребления электрической энергии на обогащение с учетом дробления расходуется от 27 до 60 % от общего потребления горно-обогатительных предприятий.

Основными потребителями энергоресурсов при обогащении руды являются:

установки дробления (щековые, конусные; молотковые, валковые) с различной единичной мощности – доля потребления данными установками от 1,5 до 5 % от общего потребления обогатительными фабриками;

установки измельчения (мельницы шаровые, самоизмельчения) с различной единичной мощности (до 5МВт) – доля потребления данными установками от 45 до 50 % от общего потребления процесса обогащения;

установки разделения (грохота, вибросита, магнитные сепараторы) и от 10 до 15 % от общего потребления процесса обогащения;

конвейерные транспортеры от 7 до 10 % от общего потребления процесса обогащения;

компрессорные установки от 5 до 10 % от общего потребления процесса обогащения;

насосное оборудование от 10 до 20 % от общего потребления процесса обогащения.

В виду того, что на предприятиях в большей степени не налажен отдельный учет потребляемых энергетических ресурсов по технологическим переделам были рассмотрены укрупненные показатели потребления ТЭР и удельных расходов на производимую продукцию.

Потребление энергии в обогатительных процессах определяется, в первую очередь, объемом перерабатываемой руды, используемыми процессами обогащения и необходимым для этого оборудованием. Обычно самые мощные электродвигатели используются при измельчении руды, особенно если руда обогащается методом флотации. Например, мощность двигателей размалывающих аппаратов предприятия С составляет более 5 МВт.

Также дробление руды, грохочение и флотация являются энергоемкими этапами, но используемые в работе отдельные электродвигатели и насосы меньше по мощности на порядок. Во флотации используется много энергии, особенно если схема сложная и содержит большое количество машин и оборудования. В таблице представлены примеры потребления электрической энергии на рудниках Республики Казахстан.

Потребление энергии на различных предприятиях составляет 7 – 150 кВт*ч на тонну руды, в обогатительном переделе 3 – 70 кВт*ч на тонну товарной руды (по данным КТА на 2019 год).

Таблица .. Потребление электрической энергии на предприятиях Республики Казахстан

№ п/п	Рудник/ предприятие	Общий расход энергии, МВт-ч/год (2019 г.)	Целевое назначение использования	Расход энергии на тонну руды, кВт*ч/т (2019 г.)
1	2	3	4	5
1	С4	299 774,8	обогащение	87,06*
2	А6	2 017 738,7	обогащение	150,7*
3	В5	69 130,08	обогащение	66,781

4	B8	7 390,24	обогащение	3,643
5	B7		обогащение	9,347
6	B6	5 613,01	обогащение	5,592

*удельный расход взят по потреблению в целом по предприятию, с учетом потребления электроэнергии на хозяйственные нужды.

В таблице 3.42 представлены текущие объемы потребления энергетических ресурсов применяемых при обогащении руд черных металлов. В качестве удельных расходов потребления ресурсов определено потребление ресурсов на тонну произведенного концентрата.

Таблица .. Текущие объемы потребления водных, сырьевых и энергетических ресурсов (по данным КТА)

№ п/п	Наименование объекта	Потребляемый ресурс	Единицы измерения	Целевое назначение использованя	Годовое потребление	Удельное потребление, т.у.т./т
1	2	3	4	5	6	7
1	A6	Электрическая энергия	т.у.т.	обогащение	113089,9	0,007621
2	B5	Электрическая энергия	т.у.т.	обогащение	7419,583	0,009523
3	B6	Электрическая энергия	т.у.т.	обогащение	453,615	0,000937
4	B7	Электрическая энергия	т.у.т.	обогащение	1416,38	0,000590
5	B8	Электрическая энергия	т.у.т.	обогащение	270,6	0,000679
6	C4	Электрическая энергия	т.у.т.	обогащение	1 199,57	0,003019
7	B5	Котельно-печное топливо	т.у.т.	обогащение	4697,279	0,004994
8	B7	Котельно-печное топливо	т.у.т.	обогащение	1456,076	0,000607
9	B8	Котельно-печное топливо	т.у.т.	обогащение	1317,642	0,001731
10	C4	Котельно-печное топливо	т.у.т.	обогащение	412,60	0,001039
11	B7	Подземная шахтная вода	м ³ /т	обогащение	0,3	0,3
12	C4	Технологическая вода	м ³ /т	обогащение	13,4	26,6

Из представленной таблице видно, что удельный расход электрической энергии на добытую руду может варьироваться в пределах от 0,000590 до 0,009523 т.у.т. на тонну

обогащенной руды (концентрата). Такое расхождение в удельных расходах связано применяемыми методами обогащения, а также с наличием доступа к энергетическим ресурсам (необходимость замены одного энергетического ресурса на другой). Также на удельный расход электрической энергии могут оказывать влияние наличие вспомогательных служб, организационно отнесенных к подразделениям обогащения, но не участвующих в технологическом процессе.

Из таблицы представленной выше наблюдаются расхождения по удельным единицам воды, данные колеблются от $0,3 \text{ м}^3/\text{т}$ до $26,6 \text{ м}^3/\text{т}$ обогащенного концентрата. Это может быть связано с технологическими методами, используемыми при обогащении.

3.4. Производство окатышей.

Производство железорудных и хромитовых окатышей – один из этапов металлургического передела. Железорудные неофлюсованные и хромитовые окатыши являются товарной продукцией и предназначены для выплавки чугуна в доменных печах и металлического хрома в электродуговых печах.

Окатыши формируются из железосодержащего сырья (т.е., пылевидная руда и добавки) в сферы диаметром 9 – 16 мм при высоких температурах. Данный технологический процесс включает помол, сушку, окатывание и термическую обработку сырьевого материала. Установки окатывания главным образом расположены на рудных шахтах или в портах отгрузки, но они также могут располагаться на основном комплексе, в составе завода с полным металлургическим циклом для производства железа и стали. Природный газ или уголь могут использоваться как топливо для установок окатывания; для установок окатывания, расположенных на заводе с полным металлургическим циклом для производства железа и стали, в качестве топлива может использоваться коксовый газ. Потребление энергии для технологического процесса и связанные с этим выбросы будут частично зависеть от качества железной руды и других сырьевых материалов, используемых в технологическом процессе, а также от теплотворности используемого топлива.

В производстве окатышей из железорудного концентрата в настоящее время применяются обжиговые машины производства 1950-1960-х годов XX века. Оборудование является энергоемким, сложным в эксплуатации и автоматизации процесса контроля режимных параметров. Рассматривается вопрос замены самой технологии обжига и соответственно оборудования.

Для производства окатышей из хромитовых концентратов в начале 2000-х годов началось строительство обжиговых машин производства Outotec на предприятии по обогащению хромитовых руд. Были построены и успешно введены в эксплуатацию две

современные эффективные, полностью автоматизированные линии по контролю параметров технологического процесса окомкования, дозирования компонентов шихты, и процесса обжига окатыша.

Окатывание железной руды (вместо агломерации) может приводить к выбросам в атмосферу пыли и твердых частиц в результате дробления сырья, из зоны обжига на ленте отвердевания и в связи с операциями сортировки и погрузки/разгрузки.

Обжиговые машины являются основными источниками выделения технологических газов и пыли. От обжиговых машин дымовые газы через сборный коллектор отсасываются дымососами, и после очистки выбрасываются в дымовую трубу. На современных фабриках окомкования в качестве газоочистных установок применяются электрофильтры, обеспечивающие эффективность очистки газов от пыли до 99,8 %.

Газоочистные устройства предназначены для очистки до санитарных норм выбрасываемых в атмосферу газов, защиты роторов дымососов от абразивного износа пылью.

Очистка газов, сбрасываемых в атмосферу, осуществляется мокрым способом в установках "труба Вентури" – скруббер-каплеотделитель, фактическим КПД от 85,9 до 92 %, и в циклонах. Отключение воды, подаваемой на газоочистные устройства, работающие по мокрому способу, при работающих дымососах не допускается.

На участке сырых окатышей на стадии измельчения и окомкования используются циклоны-промыватели.

Вода карьеров используется для обеспечения оборотного цикла – "фабрика-хвостохранилище" и покрытия безвозвратных потерь. Очищенная сточная вода используется в системе оборотного водоснабжения завода и соответствует нормативным требованиям.

Основными отходами процесса окомкования являются отходы, образующиеся в процессе ремонта обжиговых машин, как правило, это разрушенные огнеупорные материалы, резина конвейерных лент и т. п.

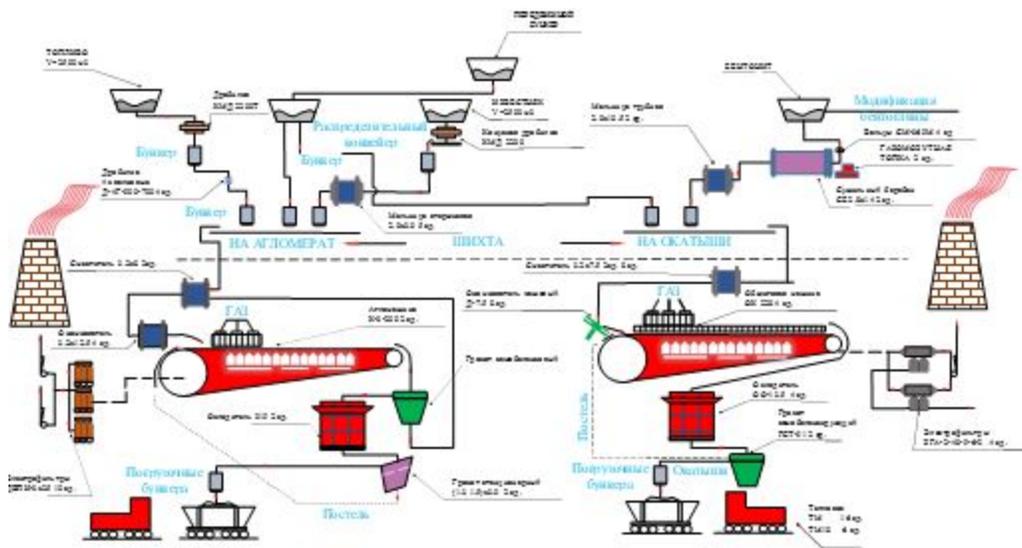


Рисунок .. Технологическая схема производства окатышей

3.4.1. Подготовка шихты

Шихта для получения железорудных неофлюсованных окатышей состоит из двух компонентов: влажного магнетитового концентрата и связующей (упрочняющей) добавки (пестроцветная глина или бентонит). В случае использования в технологии производства неофлюсованных окатышей магнетитового концентрата с повышенной влагой (более 9,4 %) в шихту добавляется стабилизирующая "сухая" добавка.

Качество концентрата, подаваемого на окомкование, должно соответствовать требованиям стандартов.

Таблица 3.43. Требования к концентрату, подаваемому на окомкование

№ п/п	Наименование показателя	Ед. измерения	Значение показателя (допустимое отклонение)	Укладка в допустимый диапазон, %
1	2	3	4	5
1	Массовая доля железа	%	66,0±0,5	95,0
2	Массовая доля серы, не более	%	0,35	90,0
3	Массовая доля влаги	%	9,4 ± 0,2	90,0
4	Содержание класса минус 0,071мм, не менее	%	95,0	95,0

Связующим для получения окатышей является пестроцветная глина. Глину предварительно измельчают до 95 % класса крупности 0,071мм и сушат до 3 % одновременно в мельнице сухого помола. В мельницу подают тепло путем розжига природного газа.

"Сухая" добавка используется в шихте в случае необходимости стабилизации влаги концентрата, поступающего в процесс окомкования.

В качестве "сухой" добавки используется гидрофобный материал (продукт), прошедший лабораторные и промышленные испытания на пригодность использования в составе шихты. Использование "сухой" добавки не должно приводить к снижению качества обожженных окатышей. "Сухая" добавка так же измельчается и сушатся в мельницах сухого помола.

Подготовка шихты осуществляется на технологических нитках и состоит из операций дозирования и смешивания компонентов. Каждая технологическая нитка оснащена бункером концентрата, связующей добавки, "сухой" добавки, смесителем компонентов шихты, окомкователем, грохотом, системой конвейеров для транспортировки окатышей на обжиговые машины. Подготовленные компоненты шихты из расходных бункеров дозируются весодозаторами в заданном количестве. Расход связующей и "сухой" добавок в шихту зависит от свойств добавок и качества концентрата.

Примерный состав шихты для производства неофлюсованных окатышей следующий:

расход связующей добавки в пределах от 1,0 % до 2,0 %;

расход сухой добавки 4 – 6 % и выше в зависимости от влаги концентрата;

расход концентрата рассчитывается в зависимости от расхода связующей и "сухой" добавок.

Основное назначение операции дозирования – обеспечение производства окатышей заданного состава, с постоянными физико-химическими свойствами.

При производстве хромитовых окатышей шихтой является хромитовый измельченный концентрат совместно с коксовой мелочью (расход 2,8 % на тонну концентрата) и связующее вещество. Связующим является бентонит. Подача бентонита происходит строго весовыми дозаторами и непосредственно на конвейер подачи концентрата на узел окомкования. Расход бентонита до 0,6 % на тонну хромитового концентрата. Все произведенные концентраты разного класса крупности доизмельчаются в шаровой мельнице до класса 80 % минус 0,071 мм совместно с коксовой мелочью.

Таблица 3.44. Оборудование, применяемое на действующих фабриках для подготовки шихты (по данным КТА)

№ п/п	Наименование объекта	Наименование оборудования	Назначение
1	2	3	4
1	А	дозаторы, система конвейеров, мельницы шаровые	контроль соотношения шихты, измельчение связующего и сухой добавки

2	С	дозаторы, система конвейеров, мельницы шаровые	контроль соотношения шихты, измельчение концентрата и коксовой мелочи
---	---	--	---

В процессе подготовки шихты осуществляются пылевые выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух. В таблице 3.45 представлены объемы выбросов пыли при подготовке шихты. Удельные значения основных загрязняющих веществ определены как кг/т переработанного сырья.

Таблица 3.45. Выбросы пыли в атмосферный воздух (по данным КТА)

№ п/п	Наименование объекта	Валовые выбросы загрязняющих веществ, т		Выброс загрязняющего вещества, мг/Нм ³		Удельные показатели выбросов, кг/т	
		Макс.	Мин.	Макс.	Мин.	Макс.	Мин.
1	2	3	4	5	6	7	8
	Подготовка шихты						
1	А7	105,5	63,4	144,4	258,5	0,03	0,01

3.4.2. Окомкование, классификация

Для окомкования используют барабанные или тарельчатые грануляторы. Барабанный гранулятор аналогичен окомкователю агломерационной шихты. Тарельчатый гранулятор – плоская чаша 2 диаметром от 1 до 5,5 м с бортами, расположенную под углом к горизонтали. Тарельчатые грануляторы производят окатыши определенного размера, что зависит от высоты борта чаши, угла наклона тарели, влажности материала, содержания бентонита в шихте и т.д.

На предприятии А7 для окомкования шихты применяются барабанные окомкователи, оборудованные виброгрохотами с ячейками, и ленточные конвейера для возврата циркуляционной нагрузки. Внутренняя часть барабанов торкретирована бетоном, что позволяет уменьшить радиальное биение до минимума, установить скребковые устройства ближе к стенкам и поддерживать толщину гарнисажа в пределах 15 – 20мм. Окомкователи оборудованы скребковым устройством с возвратно-поступательным движением балки.

Шихта ленточным конвейером подается в барабанный окомкователь, работающий в замкнутом цикле с инерционным грохотом, для классификации сырых окатышей по крупности 8 мм: 8 – 0 мм (мелочь), 16 – 8 мм (кондиционные окатыши).

Регулирование процесса окомкования производится изменением скорости вращения барабана, нагрузкой концентрата, расходом связующей добавки (от 0,3 до 3,0 %).

Сырые окатыши на сборном конвейере с помощью роликового укладчика загружаются на обжиговую машину, куда предварительно уложена донная постель. Просыпи возвращаются в процесс окомкования.

Подготовка технологической постели, поступающей на блок машин, осуществляется следующим образом: одна из машин через охладитель подает обожженные окатыши на ленточный конвейер, затем нагрузка поступает в накопительные бункера корпуса сортировки. Грохочение окатышей из бункеров производится "сухим" или "мокрым" способом на грохоте далее надрешетный продукт грохота конвейерами загружается в бункера обжиговых машин.

Загрузка бункеров постели на обжиговых машинах производится сбрасывающими барабанами.

На предприятии С окомкованию подвергаются концентраты класса 0 – 5 мм, хромитовая руда класса 0 – 10 мм, концентраты крупностью 0 – 3 мм в соответствующей шихте. Для окомкования шихты хромитового концентрата и бентонита так же применяется барабанный окомкователь, но для классификации сырых окатышей применяется роликовый грохот. Крупность кондиционных окатышей 16 – 8 мм, окатыши другой крупности возвращаются в окомкователь вместе с шихтой.

В таблице 3.46 представлены объемы выбросов пыли, окислов азота, серы диоксида, углерода оксида при окомковании. Удельные значения основных загрязняющих веществ определены как кг/т переработанного сырья.

Таблица 3.46. Выбросы пыли в атмосферный воздух (по данным КТА)

№ п/п	Наименование объекта	Валовые выбросы загрязняющих веществ, т		Удельные показатели выбросов, кг/т	
		Макс.	Макс.	Мин.	Мин.
1	2	3	4	5	6
1	Производство окатышей				
2	Окомкование				
3	А7				
4	пыль	248,9	149,6	0,1	0,03

3.4.3. Термическая обработка окатышей

Основная цель обжига железорудных окатышей в обжиговой машине – максимальное обессеривание и придание прочности (на сжатие, удар и истирание), обеспечивающей ж/д транспортировку. При спекании происходит уменьшение поверхности частиц и свободной поверхностной энергией системы. При наличии в окатыше оксидов или соединений, реагирующих с оксидами железа в твердых фазах с образованием химических соединений или твердых растворов, скорость спекания изменяется. Так, добавление оксидов кальция, магния или ферритов кальция к гематиту ускоряет процесс. Добавка оксида кремния (кварца) к гематиту снижает, скорость спекания.

Обжиг окатышей на предприятии А осуществляется на 12 обжиговых машинах конвейерного типа. В процессе обжига железорудные окатыши проходят 5

технологических зон: сушки, подогрева, обжига, рекуперации и охлаждения. В каждой зоне поддерживается определенный температурный и газодинамический режим. В качестве топлива применяется природный газ.

Таблица 3.47. Параметры технологических зон обжиговых машин на предприятии А

№ п/п	Наименование технологической зоны	Кол-во вакуум-камер	Площадь, м ²	Температура, °С	Примечание
1	2	3	4	5	6
1	Сушка I	3	12	>60 – 100	1. В зону "Сушка I" и зону охлаждения теплоноситель подается снизу вверх; в остальных зонах теплоноситель и воздух-сверху вниз
2	Сушка II	2	8	350 – 400/450	
3	Подогрев I	2	8	700 – 750/900	
4	Подогрев II	2	8	1000/1100	
5	Подогрев III	3	12	1100	
6	Обжиг I, II	6	24	1250	
7	Рекуперация	2	8	900 – 1100	
8	Охлаждение	9	36	500 – 650	2. Топливо – природный газ

В двух сушильных камерах происходит сушка сырых окатышей обратными газами с температурой 350 – 450 °С, поступающих из третьей охлаждающей камеры. Сушильный газ протягивается через слой окатышей двумя всасывающими воронками, расположенными под лентой.

В камере подогрева осуществляется подогрев окатышей с целью создания благоприятных условий кальцинирования окатышей и сжигания углерода в постели. Необходимая температура газов подогрева 1100 – 1200 °С. Горелка расположена на газоходе обратного газа. Обратный газ всасывается через постель всасывающей воронкой, расположенной под лентой. В камере обжига температуру газа повышают до температуры обжига, которая составляет 1400 °С внутри постели окатышей. Газ в зону обжига подается из горелки, которой производится регулирование температуры газа обжига. Газоходы газов подогрева и обжига оборудованы газовыми горелками кольцевого типа.

Охлаждение обожженных окатышей осуществляется в трех камерах охлаждения путем продувки воздухом слоя окатышей. Охлаждающие газы передаются в оборот в камеры передней части печи. Для охлаждения направляющих рельсов обжиговой печи и бортов ленты используется воздух, подаваемый отдельно вентиляторами. Воздух, подаваемый в зоны охлаждения, а также для охлаждения направляющих рельсов обжиговой печи и бортов ленты, забирается вентиляторами непосредственно с улицы.

Обожженные окатыши разгружаются на стальной карманный конвейер и поступают на виброгрохот, который расположен на бункерах товарных окатышей и подрешетного продукта. Верхний класс +8 мм отгружается в склад товарной продукции, а подрешетный возвращается на участок измельчения концентрата.

Таблица 3.48. Оборудование, применяемое на действующих фабриках для термической обработки окатышей (по данным КТА).

№ п/п	Наименование объекта	Наименование оборудование
1	2	3
1	A7	обжиговая машина, металлические пластинчатые конвейера, грохот
2	C5	обжиговая печь, стальной карманный конвейер, грохот

При термической обработке окатышей происходит образование газов (NO_x , SO_2 , углерод оксид) и пыли, основным источником выделения являются обжиговые печи. На предприятии А от обжиговых машин №№ 1 – 8 технологические газы через сборный коллектор отсасываются дымососами типа и направляются в дымовые трубы 1, 3 без очистки. Обжиговые машины № 9 – 12 оборудованы (каждая) тремя газоочистными установками: зона сушки I – КЦМП; зона сушки II, зона подогрева и зона обжига I – батарейными циклонами типа ГЦ 250 мм; зона обжига II и рекуперации – жалюзийным уловителем пыли – ЖУП. Дымовые газы отсасываются эксгаустером типа Н-7500 и очищенные выбрасываются в дымовую трубу.

При сжигании топлива в сушильных печах происходит образование газов (NO_x , SO_2 , углерод оксид). Данные источники выброса относятся к основным этапам технологического процесса.

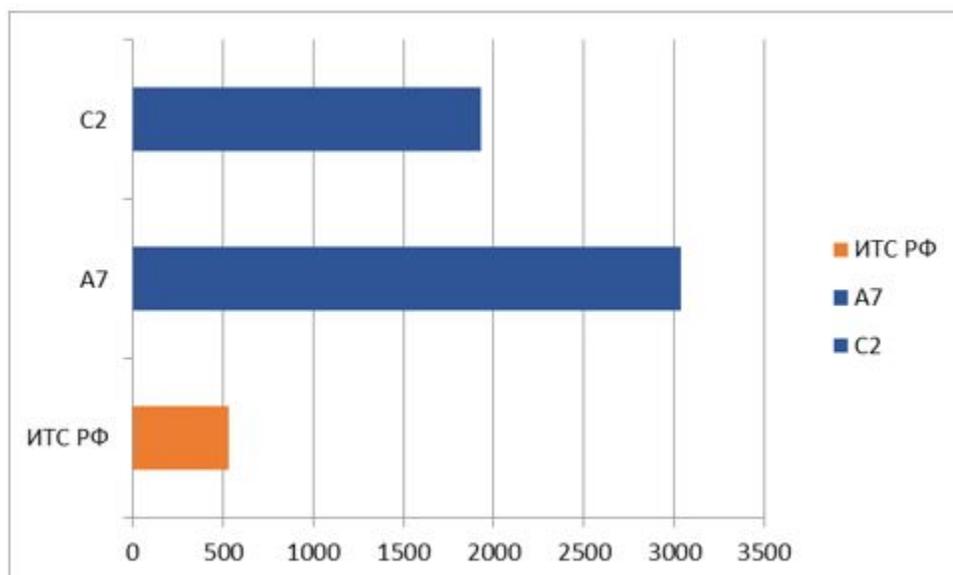


Рисунок .. Удельные выбросы пыли (г/т) при производстве окатышей

Анализ диаграммы показывает, что удельные выбросы пыли при производстве окатышей на некоторых предприятиях завышен по сравнению с требованиями ИТС-25 Российской Федерации. В ИТС 25 – 2021 удельные выбросы взвешенных веществ (все твердые вещества в составе выброса, включая "Пыль неорганическая с содержанием кремния менее 20, 20 – 70, а также более 70 процентов) составляют 530 г/т окатышей.

Выбросы оксидов азота представляют собой одно из загрязняющих веществ, выбрасываемых в атмосферу в процессе работы обжиговых, сушильных машин. Они состоят из смеси монооксида NO и диоксида азота NO₂.

В ЕС нормирование выбросов оксидов азота осуществляется на основании данных постоянного измерения, нормируется сумма оксидов, выраженная в NO_x. Среднегодовое выделение NO_x в странах ЕС-25 составляет минимумом 73 мг/Нм³ и максимумом 283 мг/Нм³.

Выбросы SO₂ могут значительно увеличиваться при отклонениях от нормальных режимов работы печи и при наличии в сырьевых материалах органической серы.

Выбросы CO при обжиге окатышей, являются распространенными газообразными загрязняющими веществами и появляются в качестве промежуточного продукта процессов горения.

В результате проведения КТА были получены данные по выбросам загрязняющих веществ пыли, NO_x, SO₂, CO и в таблице ниже приведены валовые выбросы, концентрации и удельные значения основных загрязняющих веществ.

Таблица 3.49. Данные по выбросам загрязняющих веществ пыли, NO_x, SO₂, CO при производстве окатышей

№ п/п	Наименование объекта	Валовые выбросы загрязняющих веществ, т		Выброс загрязняющего вещества, мг/Нм ³		Удельные показатели выбросов, кг/т	
		Макс.	Мин.	Макс.	Мин.	Макс.	Мин.
1	2	3	4	5	6	7	8
1	A7 (обжиг)						
2	пыль	8795,2	5286,5	0	0	2,6	1,0
3	NO _x	478,3	269,2	0	0	0,1	0,1
4	SO ₂	18125,8	10894,9	0	0	5,4	2,0
5	CO	821,3	457,5	0	0	0,2	0,1
6	C5 (обжиг)						
7	пыль	20,9	17,8	58,0	72,3	0,02	0,02
8	NO _x	948,7	806,7	5143,8	1100,6	1,0	0,9
9	SO ₂	523,4	445,0	1796,0	1722,3	0,6	0,5

10	CO	4208,4	3578,2	15358,1	11018,2	4,8	4,3
11	C5 (сушка, подогрев)						
12	пыль	714,6	610,0	26919,3	169,7	1,0	0,6
13	NO _x	1552,223	464	1518,806	478,1	1,5	0,5
14	SO ₂	779,2	663,1	1398,0	92,3	0,9	0,8
15	CO	5449,9	4632,7	7943,2	2092,1	6,2	5,5
16	C1 (брикетирование)						
17	пыль	87,6	74,5	402,3	26,4	1,0	0,5
18	NO _x	197,1	167,5	139,4	19,2	1,9	0,9
19	SO ₂	27,4	23,3	22,5	19,1	0,3	0,1
20	CO	273,6	232,6	224,8	191,1	2,6	1,2

Удельные выбросы NO_x при обжиге варьируются от 0,1 до 1,0 кг/тонну окатышей, данные колебания вызваны высокой температурой печи и окислением азота.

Удельные выбросы в атмосферу SO₂ при обжиге находятся в значениях от 0,5 до 5,4 кг/тонну окатышей, данные расхождения связаны главным образом со сжиганием соединений серы, содержащихся в сырье, и в первую очередь в коксовой мелочи. Приход серы с топливом незначителен – 1 %, как и предполагалось, основной источник серы – это концентрат ≈98 % [12]. Выбросы в атмосферу SO₂ могут также возникать в процессе затвердения при окатывании и при обогреве печи. Уровень выбросов в атмосферу SO₂ в отходящих газах от печей подогрева и отпуска зависит от содержания серы в используемом топливе.

Удельные выбросы CO при обжиге колеблются от 0,1 до 4,8 кг/тонну окатышей, это может быть связано от мощности печей, количеством расхода топлива, составом топлива. Применяемые технические решения управления эмиссиями приведены в таблице ниже.

Таблица 3.50. Технические решения для контроля выбросов пыли (по данным КТА)

№ п/п	Применимость	Технические решения	КПД (факт)	Наличие на объекте
1				
		СИОТ №3	90,4	
		СИОТ №3	92,6	
		СИОТ №6	92,8	
		СИОТ №8	90,4	
		СИОТ №4	92,8	
		СИОТ №6	91,6	
		СИОТ №3	89	
		ЦН-11, СИОТ №5	84,3	

1	ФПО. Участок сырых окатышей, отделение измельчения	ЦН-11, СИОТ №3	92,3
		ЦН-11, СИОТ №3	89,9
		ЦН-11, СИОТ №4	69,5
		ЦН-15, СИОТ №5	93,1
		ЦН-11, СИОТ №5	91,7
		ЦН-15, СИОТ №4	90,7
		ЦН-15, СИОТ №4	89,4
		ЦН-15, СИОТ №6	89,2
		ЦН-15, СИОТ №3	85,2
		ЦС-8, СИОТ №5	92,4
		ЦН-11, СИОТ №3	90,8
		ЦН-15, СИОТ №6	91,4
		ЦН-15, СИОТ №3	91,1
2	ФПО. Участок сырых окатышей, отделение окомкования	ЦН-11, СИОТ №6	94,7
		ЦН-15, СИОТ №4	90,1
		ЦН-15, СИОТ №3	91,8
		ЦН-15, СИОТ №6	91,1
		ЦН-15, СИОТ №6	95,4
		ЦН-15, СИОТ №6	93
		ЦН-15, СИОТ №6	93,2
		ЦН-15, СИОТ №6	94,2
		ЦН-15, СИОТ №6	90,6
		ЦН-15, СИОТ №6	93,8
		ЦН-15, СИОТ №5	96,3
		ЦН-15, СИОТ №5	94,5
		ЦН-15, СИОТ №5	93,8
ЦН-15, СИОТ №5	91,8		
3	ФПО. Участок обжига	СИОТ №8	90,3
		КЦМП-8	95,1
		КЦМП-8	93,45
		КЦМП-8	93,4
		КЦМП-8, ЦС-26, КЦМП-8	92,8
		СИОТ №11	94,2
		Коллектор, КЦМП-8, ЦС-31, КМЦП-8	93,95
		КМЦП-8- 2 шт.	94,3
		КМЦП-8	92
		КЦМП-8	96,2
		Коллектор, КЦМП-8	96,6
		КМЦП-8	95

А7

		ЦС-31, КЦМП-8	93,3	
		КМЦП-6,3, СИОТ №8, СИОТ №8	94,35	
		Коллектор, СИОТ №8, СИОТ №8	87,1	
4	ФПО. Участок сортировки	СИОТ №5	96,9	
		СИОТ №5	92,5	
		СИОТ №4	92,7	
		СИОТ №8	94,1	
		Коллектор, КЦМП-8, КЦМП-8	92,6	
		СИОТ №5	91	
		ЦС-13, СИОТ №8	94,2	
		ЦС-13, СИОТ №8	93,4	
		ЦС-13, СИОТ №8	94,7	
		СИОТ №8	90,2	
		ЦС-13, СИОТ №8	95,3	
		ЦС-13, СИОТ №8	93,9	
		ЦС-13, СИОТ №8	91,7	
		ЦС-13, КЦМП-6,3	93,2	
		СИОТ №5	92	
		СИОТ №8, ЦС-18	90,5	
		Коллектор, КЦМП-6,3	90,9	
		Коллектор, КЦМП-6,3	92,5	
		КЦМП-6,3	94,4	
		КЦМП-6,3	93,9	
		ЦС-31, КМЦП-8	94,9	
		Коллектор, КЦМП-6,3	94,4	
		СИОТ №5	92,8	
55	Окомкование	АС УПО-1 – АТУ-8, Рукавный фильтр	79,1	С5
		АС УПО-1 – АТУ-11	82,5	
		АС УПО-2 – АТУ-16. Рукавный фильтр	82,5	
		АС УПО-1 – АТУ-12	82,5	
		АС УПО-1 – АТУ-10	82,5	

3.4.4. Сортировка, складирование, транспортировка, отгрузка готовых обожженных окатышей

Сортировка обожженного продукта осуществляется методом грохочения. На грохотах происходит распределение продукта на: класс крупности менее 5 мм (отсев железорудных окатышей), класс крупности менее 16 и свыше 5 мм (товарные окатыши) и класс крупности более 10 мм ("постель"). Отделение мелкого класса окатышей от товарных производится не на всех обжиговых машинах.

Транспортировка окатышей с обжиговых машин производится при помощи металлических пластинчатых конвейеров и пластинчатых конвейеров.

Товарные окатыши отгружаются в железнодорожный транспорт посредством погрузочных бункеров или конвейерными трактами в следующий технологический передел. В случае необходимости окатыши могут складироваться на складе с помощью штабелеукладчика.

В результате проведения КТА были получены данные по выбросам загрязняющих веществ и в таблице 3.51 приведены валовые выбросы, концентрации и удельные значения основных загрязняющих веществ.

Таблица 3.51. Выбросы пыли в атмосферный воздух при сортировке, складировании, транспортировке, отгрузке готовых обожженных окатышей (по данным КТА).

№ п/п	Наименование объекта	Валовые выбросы загрязняющих веществ, т		Выброс загрязняющего вещества, мг/Нм ³		Удельные показатели выбросов, кг/т	
		Макс.	Мин.	Макс.	Мин.	Макс.	Мин.
1	2	3	4	5	6	7	8
2	А7	53,1	45,3	7,9	7,5	0,3	0,1

3.4.5. Водоподготовка, обратное водоснабжение

Основными потребителями воды на фабрике окомкования являются обжиговые машины, тягодутьевое оборудование, системы маслосмазки, газоочистные и аспирационные системы. Вода также используется для смыва просыпей с отметок, уборки рабочих мест. Используется техническая вода из системы обратного водоснабжения предприятия.

Система водоохлаждения обжиговой машины предусматривает подвод воды к водоохлаждаемым опорным плитам горна, секциям бортового уплотнения, поперечным водоохлаждаемым балкам от общей магистрали водяного охлаждения машины. Слив воды осуществляется через сливные воронки, соединенные трубами с магистральным сливным трубопроводом. Объемы потребления воды приведены в пункте 3.4.7.

Для охлаждения обжиговых машин используется техническая вода оборотного водоснабжения.

3.4.6. Управление отходами производства

Шламы фабрики окомкования, как правило, содержат достаточно высокое количество железа - более 60 %, поэтому данный материал либо возвращается в отделение фильтрации фабрики обогащения, либо в шихту окатышей. На рисунке 3.31 представлена обобщенная схема движения шламов фабрик окомкования.

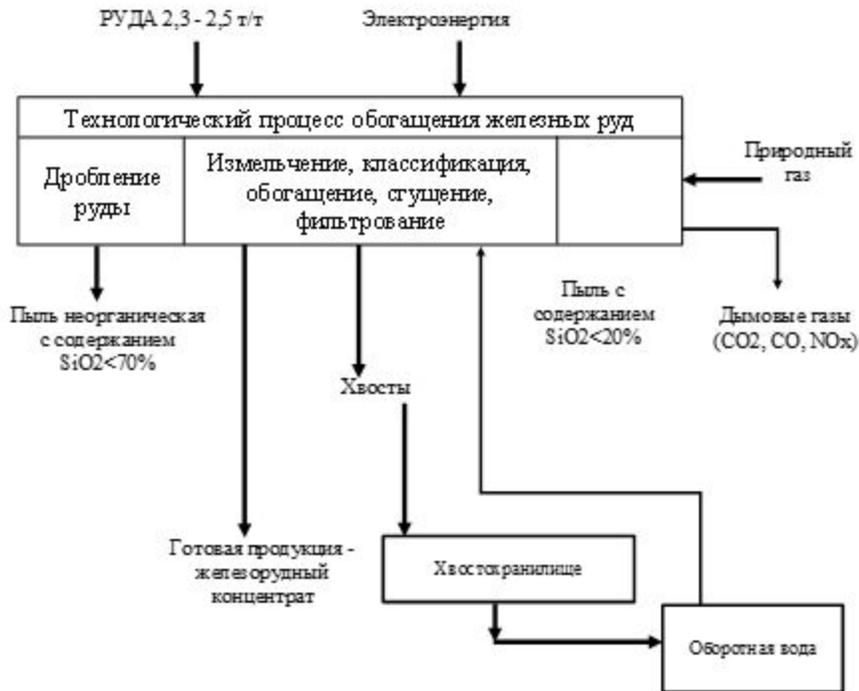


Рисунок .. Обобщенная схема движения шламов фабрик окомкования

3.4.7. Потребление энергетических, сырьевых и водных ресурсов

При производстве окатышей на предприятиях могут использоваться следующие энергетические ресурсы:

- котельно-печное топливо (природный газ) до 90 %;
- электрическая энергия 10 – 15 %;
- коксый уголь (не топливное использование).

В общей доле потребления электрической энергии на окускование и производство окатышей расходуется от 25 до 35 % от общего потребления горно-обогатительных предприятий.

Основными потребителями электрической энергии при окусковании и производстве окатышей являются:

установки измельчения (мельницы шаровые, стержневые) с различной единичной мощности (до 5МВт) – доля потребления данными установками от 45 до 50 % от общего потребления процессом окускования и производства окатышей;

установки окускования от 10 до 15 % от общего потребления процессом окускования и производства окатышей;

конвейерные транспортеры и установки сепарации (грохота, вибросита) до 7 % от общего потребления процессом окускования и производства окатышей.

Основным потребителем котельно-печного топлива при окусковании и производстве окатышей являются агломашинны и обжиговые машинны.

В виду того, что на предприятиях в большей степени не налажен отдельный учет потребления электрической энергии по технологическим переделам были рассмотрены укрупненные показатели потребления ТЭР и удельных расходов на производимую продукцию.

Удельный расход котельно-печного топлива на предприятиях Республики Казахстан при обжиге окатышей варьируется от 289,97 до 1469,27 МДж/т (данные КТА), в то время как согласно данным трех заводов по производству окатышей, удельных расход котельно-печного топлива находится: по потреблению газа коксового/ доменного – 306 МДж/т (для доменных печей), природного газа – 14 МДж/т (для доменных печей), угля – 223 МДж/т (в случае автономной установки в Швеции), жидкого топлива – 43 – 186 МДж/т (в случае автономной установки в Швеции), коксовая мелочь – 342 МДж/т (для доменных печей).

Основные данные по предприятиям Республики Казахстан, полученные в результате проведения КТА, представлены в таблице ниже.

Таблица 3.52. Потребление котельно-печного топлива на предприятиях Казахстана

№ п/п	Рудник/ предприятие	Общий расход КПТ, МДж/год (2019г.)	Расход КПТ на тонну окатышей, МДж/т (2019г.)
1	2	3	4
1	С5	297 335 700	289,97
2	А7	7 903 200 008	1 469,27

В таблице 3.53 представлены текущие объемы потребления энергетических ресурсов применяемых при производстве окатышей. В качестве удельных расходов потребления ресурсов определено потребление ресурсов на тонну произведенных окатышей.

Таблица 3.53. Текущие объемы потребления энергетических ресурсов (по данным КТА)

№ п/п	Наименование объекта	Потребляемый ресурс	Целевое назначение использования	Ед. измерения	Годовое потребление	Удельное потребление, т
1	2	3	4	5	6	7

1	A7	Электрическая энергия	Производство окатышей	т.у.т.	50 863,54	0,012882
2	C5	Электрическая энергия	Производство окатышей	т.у.т.	8 301,897	0,011166
3	A7	Котельно-печное топливо	Производство окатышей	т.у.т.	248 469	0,05204
4	C5	Котельно-печное топливо	Производство окатышей	т.у.т.	2 881,71	0,003879
5	C5	Коксовый уголь	Производство окатышей	т.у.т.	39 685,11	0,044492
6	A7	Глина	Производство окатышей	т/т	0,01	0,02
7	C5	Технологическая вода	Производство окатышей	м ³ /т	4,1	5,4

Из представленной таблице видно, что удельный расход электрической энергии на производство окатышей составляет 0,011 – 0,013 т.у.т. (65,051 – 123,765 кВт*ч) на тонну произведенных окатышей. По данным ИТС НДТ 25 – 2021 на предприятиях горнодобывающей отрасли Российской Федерации удельный расход электрической энергии на тонну произведенных окатышей составляет от 32,5 – 48,5 кВт*ч/т.

Также из представленной таблицы видно, что удельный расход природного газа на производство окатышей составляет 3,879 – 44,492 кг у.т./тонну произведенных окатышей. По данным ИТС НДТ 25 – 2021 на предприятиях горнодобывающей отрасли Российской Федерации удельный расход природного газа на тонну произведенных окатышей составляет от 10,1 – 20,0 кг у.т./т

Такое расхождение в потреблении энергетических ресурсов в сравнении с аналогичными предприятиями Российской Федерации обусловлено несовершенством системы учета и ведения анализа потребления энергетических ресурсов предприятия.

Произведенный анализ системы учета и представленных данных как потребляемых ТЭР, так и выработанной продукции показал, что для определения фактических удельных расходов в разрезе технологических процессов имеется недостаточное количество приборов учета и в большинстве случаев значения потребления ТЭР либо произведенной продукции/работы для них принимается расчетными методами. Это существенным образом снижает возможность провести качественный и достоверный анализ удельных расходов.

Для решения вопроса нормирования удельных расходов, получения объективной картины фактического потребления ТЭР и производства продукции и проведения достоверного анализа причин расхождения нормативных и фактических значений удельных расходов необходимо оснастить (либо привести в рабочее состояние)

приборами технического учета потребляемых энергетических ресурсов и произведенной продукции технологические линии и оборудование, для которых устанавливаются нормативы.

Так потребление выработанной электрической энергии предприятиями горнодобывающей отрасли может составлять от 40 до 60% от производственных потребностей, стоит отметить, что обеспечение производства электрической энергии от собственных электроисточников осуществляется по остаточному принципу (первоочередное является обеспечение электрической энергией города).

Потребность предприятия в ТЭ как правило покрывается полностью за счет собственных котельных установленных непосредственно на производственных площадках, а также за счет ТЭ, вырабатываемой на ТЭЦ.

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.

Указанные техники обладают потенциалом для достижения высокого уровня экологической защиты, энергетических показателей, ресурсосбережения в рамках области применения, охватываемой настоящим справочником.

Настоящий раздел охватывает системы управления охраны окружающей среды, интегрированные в технологические процессы производственного цикла. Рассматриваются вопросы предотвращения образования и утилизации отходов, а также техники, позволяющие сократить потребление сырья, воды и энергии за счет оптимизации и многократного использования. Описанные техники охватывают меры, используемые для предотвращения или ограничения экологических последствий.

Раздел не охватывает исчерпывающий перечень техник. Могут использоваться другие техники при условии обеспечения уровня защиты окружающей среды.

К снижению нагрузки на окружающую среду приводят общие организационные мероприятия по совершенствованию подходов к управлению и организации производства, учет аспектов воздействия на окружающую среду объектов горно-обогатительного комплекса на стадии разработки проектной документации, выбору материалов и реагентов с минимально возможным негативным воздействием на окружающую среду, мероприятия по переходу на малоотходные/безотходные технологии, логистика производства, контроль эффективности производственного процесса, внедрение АСУ производственными процессами, обеспечение безаварийной эксплуатации производства, подготовка и повышение квалификации персонала и др.

4.1. Ведение комплексного подхода к защите окружающей среды

Для комплексного предотвращения или минимизации выбросов необходимо использовать методы и меры, которые позволяют избежать или ограничить выбросы в воздух, воду или почву, и при этом обеспечивается высокий уровень защиты окружающей среды в целом; необходимо принимать во внимание следующие факторы: безопасность установки, влияние утилизации отходов на окружающую среду, экономичное и эффективное использование энергии.

Неизбежные выбросы необходимо улавливать в месте возникновения, если это возможно при условии приложения соразмерных усилий. Меры по ограничению уровня выбросов должны соответствовать современному уровню технического развития. Положения настоящего справочника по НДТ не должны выполняться путем принятия мер, при которых загрязнения переносятся в другие среды, например, в воду или почву, вопреки современному уровню технического развития. Эти меры должны быть направлены на снижение как массовой концентрации, так и массовых потоков или массовых пропорций исходящих от установки загрязняющих воздух веществ. Они должны надлежащим образом применяться во время эксплуатации установки.

При определении требований необходимо, в частности, учитывать следующие факторы:

- выбор интегрированных технологических процессов с максимально высоким выходом продукции и минимальным объемом эмиссий в окружающую среду в целом;

- оптимизация процесса, например, путем широкого использования исходных материалов и производства побочных продуктов;

- замещение канцерогенных, мутагенных или отрицательно влияющих на репродуктивность исходных материалов;

- сокращение объема отходящих газов, например, путем использования систем рециркуляции воздуха, с учетом требований техники безопасности;

- экономия энергии и сокращение выбросов газов, влияющих на климат, например, путем оптимизации энергозатрат при планировании, строительстве и эксплуатации установок, утилизации энергии внутри установки, использования теплоизоляции.

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 НДТ 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, имеющих на объекте, их характера и объема, а также выявление 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 сокращения 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 СЭМ;

выполнении производственного экологического контроля и мониторинга компонентов окружающей среды;

получении экологических разрешений от специально уполномоченных государственных органов в области охраны окружающей среды;

осуществлении контроля за выполнением и соблюдением требований экологического законодательства 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 если не очищаются должным образом. 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 сооружений 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.

Использование определенных типов отходов в качестве альтернативных видов топлива позволит снизить использование ископаемого природного топлива, объемы

накопления образованных отходов и снижению выбросов. Однако, при подборе материала должны учитываться химический состав отхода и экологические последствия, которые может вызвать процесс переработки каждого вида отходов.

Технологические операции, связанные с отключением или обходом систем очистки отходящих газов, должны разрабатываться и осуществляться с учетом низкого уровня выбросов, а также контролироваться путем фиксации соответствующих технологических параметров. На случай выхода из строя очистного оборудования необходимо предусмотреть меры для незамедлительного максимального сокращения выбросов с учетом принципа соразмерности.

4.2. Внедрение систем экологического менеджмента

СЭМ 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 цикличной 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.

СЭМ может быть в форме:

стандартизированной системы, такой как международная стандартизированная система ISO 14001:2015;

не стандартизированной ("настраиваемой") системы, должная разработка и внедрение которой повышает 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;

обеспечению 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.

На ряде предприятий, рассмотренных в рамках данного Справочника по НДТ, функционируют СЭМ. Так, на АО "ССГПО" функционирует интегрированная система менеджмента (ИСМ), включающая в себя СМК, СУОС, СУОТ и СЭнМ.

СМК, СУОС, СУОТ и СЭнМ сертифицированы на соответствие требованиям международных стандартов ISO 9001:2015, ISO 14001:2015, ISO 45001:2018 и ISO 50001:2018.

На Донском ГОКе АО "КазХром" существуют интегрированные СЭМ (ISO 14001), управления охраной здоровья и техникой безопасности (ISO 45001:2018), контроля качества (ISO 9001) и энергетического менеджмента (ISO 50001). ТОО "Оркен" сертифицировано на соответствие системе менеджмента качества на базе МС ISO 9001, экологического менеджмента ISO 14001 и безопасности труда ISO 45001:2018.

4.3. 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, СЭМ) 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.

Особое внимание уделяется 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, связанное с последующим выводом их из эксплуатации;

разработке собственных энергоэффективных технологий и отслеживании 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 позволяет 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 СЭнМ на предприятиях играет огромную роль для ограничения выбросов парниковых газов (ПГ).

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.

Повышение уровня мотивации и вовлечения персонала является важной движущей силой внедрения и работы СЭнМ. Например, в 2015 году на Магнитогорском металлургическом комбинате сотрудниками было подано более 600 идей, затраты на их реализацию составили более 3,8 млрд рублей, а годовой экономический эффект – более 2,4 млрд рублей. Выплаты по системам мотивации составили за этот период более 800 млн рублей. Были внедрены 128 идей, эффект составил более 311 млн рублей. В проработке находились 478 проектов, и затем 126 было реализовано.

4.4. Мониторинг эмиссий

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. Одним из наиболее важных вопросов является контроль эффективности процессов связанных с очисткой выбросов, сбросов, удалением и переработкой отходов для того, чтобы можно было провести анализ о достижимости поставленным экологическим целям, а также выявлению и устранению возможных аварий и инцидентов.

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 эмиссий, при этом она должна быть достаточной для получения репрезентативных данных по тому параметру, мониторинг которого проводится. В большинстве случаев для получения информации о концентрации загрязняющих веществ в отходящих потоках используются среднесуточные значения или среднее значение за определенный период выборки.

Используемые для мониторинга методы, средства измерений, применяемое оборудование, процедуры и инструменты, должны соответствовать стандартам, действующим на территории Республики Казахстан. Использование международных стандартов должно быть регламентировано НПА Республики Казахстан.

Перед проведением замеров необходимо составление плана мониторинга, к котором должны быть учтены такие показатели как: режим эксплуатации установки (

непрерывный, прерывистый, операции пуска и останова, изменение нагрузки), эксплуатационное состояние установок по очистке газа или стоков, факторы возможного термодинамического воздействия.

При определении методов измерений, определении точек отбора проб, количестве проб и продолжительности их отбора, необходимо учитывать такие факторы как:

режим работы установки и возможные причины его изменения;

потенциальная опасность выбросов;

время, необходимое для отбора проб, с целью получения репрезентативных данных.

Обычно при выборе эксплуатационного режима для проведения измерения выбирается режим, при котором могут быть отмечено максимальное воздействие на окружающую среду (максимальная нагрузка).

При выполнении мониторинга атмосферного воздуха основное внимание должно уделяться состоянию окружающей среды в зоне активного загрязнения (для источников загрязнения атмосферы).

Мониторинг технологических газов предоставляет информацию о составе технологических газов и о косвенных выбросах при сгорании технологических газов, таких как выбросы пыли, тяжелых металлов и SO_x.

Для определения концентрации загрязняющих веществ в сточных водах, может быть использован произвольный отбор проб или показатели объединенных суточных проб (в течение 24 часов), основанные на отборе проб пропорционально расходу или усредненные по времени.

При отборе проб не приемлемо разбавление газов или сточных вод, так как полученные при этом показатели нельзя будет считать объективными.

Мониторинг эмиссий может проводиться как прямым методом (инструментальные замеры), так и косвенным методом (расчетные методики). При этом метод, основанный на проведении инструментальных замеров, зависит от частоты отбора проб, и может быть периодическим или непрерывным. Каждый из перечисленных методов имеет свои преимущества и недостатки.

4.4.1. Компоненты мониторинга

Компонентами производственного мониторинга являются контролируемые загрязняющие вещества, присутствующие в эмиссиях в окружающую среду (выбросы, сбросы), измеряемые или рассчитываемые на основе утвержденных методических документов.

Таблица 4.1. Перечень загрязняющих веществ, подлежащих производственному мониторингу

№ п/п	Компонент/вещество	Определение
1	2	
Выбросы		

1	Пыль (общая)	Твердые частицы размером от субмикроскопического до макроскопического любой формы, структуры или плотности, рассеянные в газовой фазе
2	SO ₂	Диоксид серы
3	NO	Оксид азота
4	NO ₂	Диоксид азота
5	CO	Оксид углерода
Сбросы		
6	Взвешенные вещества	
7	Металлы и их соединения	Zn, Pb, Fe, Mn

Выпуски сточных вод, отводимые с объекта I категории в водный объект или на рельеф местности (за исключением прудов испарителей и накопителей), подлежат оснащению АСМ следующими параметрами: температура, расходомер, водородный показатель, электропроводность, мутность [13].

4.4.2. Исходные условия и параметры

При исследованиях состояния атмосферного воздуха необходимо учитывать, как метеорологические условия:

температура окружающей среды;

относительная влажность;

скорость и направление ветра;

атмосферное давление;

общим погодным состоянием (облачность, наличие осадков),

так и технологические параметры газовой смеси:

объемный расход температура отходящего газа (для расчета концентрации и массового расхода);

содержание водяных паров;

статическое давление, скорость потока в канале отходящего газа;

содержание кислорода.

Данные параметры могут использоваться при определении наличия определенных компонентов в отходящем потоке газа, например температура, содержание кислорода и пыли в газе могут указывать на разложение ПХДД/Ф. Значение рН в сточных водах может также использоваться для определения эффективности осаждения металлов.

Помимо наблюдений за качественными и количественными показателями отходящих потоков, мониторингу подлежат технологические параметры основных производственных процессов, к которым относятся:

количество загружаемого сырья;

производительность;

температура горения (или скорость потока);

температура катализатора;

количество подсоединенных аспирационных установок;

скорость потока, напряжение и количество удаляемой пыли электрофильтром вместо концентрации пыли;

расход и давление очищающей жидкости (фильтрата) и перепад давления внутри мокрого скруббера;

датчики утечки, устанавливаемые на пылегазоочистном оборудовании (например, возможно превышение концентрации при разрыве фильтровальной ткани рукавных фильтров).

В дополнение к вышеперечисленным параметрам для эффективной работы установки и системы очистки дымовых газов могут быть необходимы дополнительные измерения определенных параметров (таких как напряжение и электричество (электрофильтры), перепад давления (рукавные фильтры), рН орошающей воды (скрубберы)) и концентрации загрязняющих веществ на различных установках в газоходах (например, до и после пылегазоочистки).

4.4.3. Периодический мониторинг

Периодический мониторинг – измерения (наблюдения), проводимые через определенные интервалы времени при помощи инструментальных замеров. Интервал отбора проб устанавливается исходя из цели измерений, и условий эксплуатации производственного объекта, при которых необходимо проводить измерения (нормальные условия эксплуатации и/или условия эксплуатации, отличные от нормальных, если они известны заранее). В большинстве случаев частота проведения замеров регулярна – один раз в месяц, один раз в квартал или один/два раза в год. Количество отбираемых проб может быть различным, в зависимости от определяемого вещества, условий отбора проб, однако для получения объективных показателей стабильного выброса наилучшей рекомендуемой практикой является получение как минимум трех выборок последовательно в одной серии измерений.

Продолжительность и время отбора проб, точки отбора проб, определяемые вещества (загрязняющие вещества и косвенные параметры) также устанавливаются на начальном этапе, при определении целей мониторинга. Продолжительность отбора пробы определяется как период времени, в течение которого берется проба. В большинстве случаев продолжительность отбора проб составляет 30 минут, но также может быть и 60 минут, в зависимости от загрязняющего вещества, интенсивности выброса, а также схемы расположения мест отбора проб (места установки датчиков – в случае использования автоматизированных систем).

Так, например, в случаях низких концентрации пыли или необходимости определения ПХДД/Ф, может потребоваться больше времени для отбора проб.

Выбросы из дымовых труб могут быть измерены путем регулярных периодических измерений в соответствующих направленных источниках выбросов в течение достаточно длительного периода, чтобы получить репрезентативные значения выбросов.

4.4.4. Непрерывный мониторинг

Непрерывный контроль включает измерение при помощи автоматических измерительных систем.

Возможно непрерывное измерение нескольких компонентов в отходящих газах или сточных водах. В некоторых случаях точные концентрации могут регистрироваться непрерывно или в виде усредненных значений в течение согласованных периодов времени (30 минут, день, сутки и т. п.). В этих случаях анализ средних получасовых и среднечасовых значений за 24 часа, а также использование процентного отображения данных может предоставить гибкий метод представления соответствия условиям получаемых разрешений, так как средние значения могут быть легко оценены.

Непрерывный контроль может быть определен для источников выбросов и компонентов, оказывающих значительные воздействия на окружающую среду, и/или источников, где количество выбросов значительно меняется со временем. Так, например, непрерывные измерения могут проводиться на основных источниках, доля которых в общем массовом потоке установки в час составляет более 20 %. И наоборот, если выбросы источника составляют менее 10 % от годовых выбросов загрязняющих веществ.

В горно-обогатительной отрасли пыль может содержать токсичные компоненты, поэтому непрерывный мониторинг пыли важен не только для оценки соответствия, но также для оценки того, имели ли место какие-либо сбои при эксплуатации пылегазоочистного оборудования.

Даже в случаях, когда абсолютные значения нельзя считать надежными, применение непрерывного контроля может производиться для обнаружения тенденций в выбросах и контрольных параметрах технологического процесса или очистной установки.

4.4.5. Мониторинг выбросов в атмосферный воздух

Мониторинг выбросов в атмосферный воздух является составной частью производственного экологического контроля.

Мониторинг выбросов осуществляется для определения концентрации (количества) загрязняющих веществ в отходящих газах технологического оборудования, с целью:

соблюдения показателей выбросов предельным допустимым концентрациям, установленными и согласованным государственными органами;

контроля протекания технологических процессов производства (сбор, хранение и подготовка сырьевых материалов, процессов, связанных с термической обработкой (

обжиг/плавка), сопутствующие процессы для получения готовой продукции, в соответствии с установленными стандартами;

контроль эффективности эксплуатации пылегазоочистного оборудования;

принятия оперативных решений в области природопользования, и прогнозирования – для принятия долговременных решений.

Все методы и инструменты, используемые для мониторинга эмиссий в атмосферный воздух, устанавливаются и определяются соответствующими национальными НПА.

Мониторинг выбросов может осуществляться методом прямых измерений, из которых можно выделить:

инструментальный метод, основанный на использовании автоматических газоанализаторов, 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, в случаях, когда измерение выбросов технически невыполнимо или экономически нецелесообразно.

Мониторинг выбросов в атмосферном воздухе может проводиться как для организованных источников выбросов, так и для неорганизованных источников.

Мониторинг концентраций загрязняющих веществ в дымовых газах осуществляется в форме периодических или непрерывных измерений. Периодические замеры проводятся специализированным персоналом путем краткосрочного отбора проб дымовых газов в трубе. Для измерений образец дымового газа извлекается из газохода, и загрязняющее вещество анализируется мгновенно с помощью переносных измерительных систем (например, газоанализаторов) или впоследствии в лаборатории. Мониторинг эмиссий путем непрерывных измерений (автоматизированный мониторинг), осуществляется измерительным оборудованием, установленным непосредственно в дымовой трубе, а также в газоходе с соблюдением действующих в Республике Казахстан стандартов отбора проб.

В список контролируемых веществ должны включаться загрязняющие вещества (в том числе маркерные), которые присутствуют в выбросах стационарных источников и в отношении которых установлены технологические показатели, ПДВ, с указанием используемых методов контроля (инструментальные).

Ниже рассмотрены некоторые методы количественного определения неорганизованных выбросов:

метод аналогии с организованными выбросами, основанный на определении "эквивалентной поверхности", через которую измеряется поток вещества;

оценка утечек из оборудования;

использование расчетных методов с помощью коэффициентов для определения выбросов из емкостей для хранения, во время погрузочно-разгрузочных операций, а также выбросов возникающих в результате деятельности вспомогательных участков (очистных сооружений и пр.);

использование устройств для оптического мониторинга (обнаружение и определение концентраций загрязняющих веществ в результате утечки с подветренной от предприятия стороны с использованием электромагнитного излучения, которое поглощается и/или рассеивается загрязняющими веществами);

метод материального баланса (учет входного потока вещества, его накопление, выходной поток этого вещества, а также его разложение в ходе технологического процесса, после чего остаток считается поступившим в окружающую среду в виде выбросов);

выпуск газа-трассера в различные выбранные точки или зоны на территории предприятия, а также в точки, расположенные на разной высоте на этих участках;

метод оценки по принципу подобия (количественная оценка выбросов исходя из результатов измерения качества воздуха с подветренной стороны, с учетом метеорологических данных);

оценка мокрых и сухих осадений загрязняющих веществ с подветренной от предприятия стороны, что позволит впоследствии оценить динамику этих выбросов (за месяц или за год).

Нет методов измерений, которые применимы для общего использования на всех участках, и методологии измерений отличаются от участка к участку. Имеются значительные воздействия от других источников поблизости от промплощадки, такие как вспомогательные производства, транспорт и иные источники, которые сильно затрудняют экстраполяцию. Следовательно, полученные результаты относительно или являются ориентирами, которые могут указывать на снижение, достигнутое при помощи принятых мер по снижению неконтролируемых выбросов.

Точки отбора проб должны отвечать стандартам производственной гигиены и техники безопасности, быть легко и быстро достижимы и иметь должные размеры.

Измерение неорганизованных выбросов от площадных источников является более сложным и требует более тщательно разработанных методов, так как:

характеристики выбросов регулируются метеорологическими условиями и подвержены большим колебаниям;

источник выбросов может иметь большую площадь и может быть определен с неточностью;

погрешности относительно измеренных данных могут быть значительны.

Мониторинг неорганизованных выбросов, попадающих в атмосферу от неплотности технологического оборудования, должен проводиться с помощью оборудования для обнаружения утечек ЛОС. Если объемы утечек малы и их

невозможно оценить инструментальными замерами, то может применяться метод массового баланса в сочетании с отдельными измерениями концентраций загрязняющих веществ.

Описанные методы для мониторинга неорганизованных выбросов были разработаны с учетом международного опыта, и находятся на той стадии, когда они не могут выдать точные и надежные фактические показатели, однако они позволяют показывать ориентировочные уровни выбросов или тенденции возможного увеличения выбросов за определенный период времени. В случае применения одного или нескольких предлагаемых методов необходимо учитывать местный опыт использования, знания местных условий, особой конфигурации установки и т. п.

4.4.6. 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.

Метод непрерывных измерений наряду с оценкой выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух широко применяется также для определения параметров сточных вод промышленных предприятий. Измерения проводятся непосредственно в потоке сточных вод.

Основным параметром, который практически всегда устанавливается в ходе непрерывных измерений, является объемный расход сточных вод. Дополнительно в процессе непрерывного мониторинга в потоке сточных вод могут определяться следующие параметры:

- рН и электропроводимость;
- температура;
- мутность.

Выбор в пользу использования непрерывного мониторинга для сбросов, зависит от: ожидаемого воздействия сбросов сточных вод на окружающую среду с учетом особенностей местных условий;

необходимости мониторинга и контроля производительности установки по очистке сточных вод для возможности быстрого реагирования на изменения параметров очищенной воды (при этом, минимальная частота проведения замеров может зависеть от конструкции очистных сооружений и объемов сбросов сточных вод);

наличия и надежности измерительного оборудования и характера сброса сточных вод;

затрат на непрерывные измерения (экономической целесообразности).

4.5. Проведение планово-предупредительного ремонта и технического обслуживания оборудования и техники

Система ППР – это комплекс мероприятий, направленных на предупреждение износа и содержание в работоспособном состоянии оборудования.

Сущность системы ППР состоит в том, что после отработки оборудованием определенного времени производятся профилактические осмотры и различные виды плановых ремонтов, периодичность и продолжительность которых зависят от конструктивных и ремонтных особенностей оборудования и условий его эксплуатации.

Система ППР предусматривает также комплекс профилактических мероприятий по содержанию и уходу за оборудованием.

Она исключает возможность работы оборудования в условиях прогрессирующего износа, предусматривает предварительное изготовление деталей и узлов, планирование ремонтных работ и потребности в трудовых и материальных ресурсах.

Положения о ППР разрабатываются и утверждаются отраслевыми министерствами и ведомствами и являются обязательными для выполнения предприятиями отрасли.

Основное содержание ППР – внутрисменное обслуживание (уход и надзор) и проведение профилактических осмотров оборудования, которое обычно возлагается на дежурный и эксплуатационный персонал, а также выполнение плановых ремонтов оборудования.

Системой ППР предусматриваются также плановые профилактические осмотры оборудования инженерно-техническим персоналом предприятия, которые производятся по утвержденному графику.

Грузоподъемные машины, кроме обычных профилактических осмотров, подлежат также техническому освидетельствованию, проводимому лицом по надзору за этими машинами.

Системой ППР предусматриваются ремонты оборудования 2-х видов: текущие и капитальные.

Текущий ремонт оборудования включает выполнение работ по частичной замене быстроизнашивающихся деталей или узлов, выверке отдельных узлов, очистке, промывке и ревизии механизмов, смене масла в емкостях (картерных) систем смазки, проверке креплений и замене вышедших из строя крепежных деталей.

При капитальном ремонте, как правило, выполняется полная разборка, очистка и промывка ремонтируемого оборудования, ремонт или замена базовых деталей (например, станин); полная замена всех изношенных узлов и деталей; сборка, выверка и регулировка оборудования.

При капитальном ремонте устраняются все дефекты оборудования, выявленные как в процессе эксплуатации, так и при проведении ремонта.

Периодичность остановок оборудования на текущие и капитальные ремонты определяется сроком службы изнашиваемых узлов и деталей, а продолжительность остановок – временем, необходимым для выполнения наиболее трудоемкой работы.

Для выполнения ППР оборудования составляются графики.

Каждое предприятие обязано составлять по установленной форме годовой и месячный графики ППР.

Система ППР предполагает безаварийную модель эксплуатации и ремонта оборудования, однако в результате изношенности оборудования или аварий проводятся и внеплановые ремонты.

Преимущества использования системы ППР:

контроль продолжительности межремонтных периодов работы оборудования, регламентирование времени простоя оборудования в ремонте, прогнозирование затрат на ремонт оборудования, узлов и механизмов, анализ причин поломки оборудования, расчет численности ремонтного персонала в зависимости от ремонтосложности оборудования.

Недостатки системы ППР:

отсутствие удобных инструментов планирования ремонтных работ, трудоемкость расчетов трудозатрат, трудоемкость учета параметра индикатора, сложность оперативной корректировки планируемых ремонтов.

4.6. Управление отходами

Согласно Экологическому кодексу, НПА, принятых в Республике Казахстан, все отходы производства и потребления должны собираться, храниться, обезвреживаться, транспортироваться и захораниваться с учетом их воздействия на окружающую среду.

В целях предотвращения загрязнения компонентов природной среды накопление и удаление отходов производится в соответствии с международными стандартами и действующими нормативами Республики Казахстан, а также внутренними стандартами

Обращение с отходами, а также их размещение при проведении запланированных работ должно обеспечивать условия, при которых образующиеся отходы не оказывают вредного воздействия на состояние окружающей среды и здоровье персонала предприятия при необходимости временного накопления производственных отходов на промышленной площадке (до момента использования отходов в последующем технологическом процессе или направления на объект для размещения).

Система управления отходами, заключается в следующем:

идентификация образующихся отходов;

раздельный сбор отходов (сегрегация) в местах их образования с учетом целесообразного объединения видов по степени и уровню их опасности с целью оптимизации дальнейших способов удаления, а также вторичного использования определенных видов отходов;

накопление и временное хранение отходов до целесообразного вывоза;

хранение в маркированных герметичных контейнерах;

сбор отходов на специально отведенных и обустроенных площадках;

транспортировка под строгим контролем с регистрацией движения всех отходов.

Хранение отходов в контейнерах позволяет предотвратить утечки, уменьшить уровень их воздействия на окружающую среду, а также воздействие погодных условий на состояние отходов.

4.7. Управление водными ресурсами

Организация системы водопользования, является неотъемлемым этапом, необходимым для формирования экологической политики предприятия, при этом необходимо учитывать имеющиеся на предприятии процессы, качество и доступность исходной потребляемой воды, объемы потребления, климатические условия, доступность и целесообразность применения тех или иных технологий, требования законодательства в области охраны окружающей среды и промышленной безопасности, а также массу других аспектов. Снижение потребления воды, забираемой из внешних источников, является основной целью системы водопользования, показателями эффективности которой являются данные удельного и валового потребления воды на предприятии.

Вода промышленных предприятий подразделяется по назначению: на охлаждающую, технологическую и энергетическую.

Охлаждающая вода применяется в контурах охлаждения металлургического оборудования, а также для охлаждения промежуточных и готовых продуктов в различных операциях и переделах. Она может быть разделена на неконтактную охлаждающую воду и охлаждающую воду прямого контакта.

Вода на неконтактное охлаждение применяется для охлаждения печей, печных каминов, разливных механизмов и т. п. В зависимости от месторасположения установки охлаждение может достигаться прямоточной или циркуляционной системой с испарительными градирнями.

Охлаждающая вода прямого контакта обычно загрязнена металлами и взвешенными твердыми частицами и часто появляется в больших количествах.

В связи с особой схемой и во избежание эффекта разбавления вода на прямое контактное охлаждение принципиально должна проходить очистку отдельно от других сточных вод.

Технологическая вода делится на средообразующую, промывную и реакционную. Средообразующая вода применяется для растворения и образования пульп, при обогащении и переработке руд, гидротранспорта продуктов и отходов производства. Промывные воды используются для промывки газообразных, жидких и твердых продуктов. Реакционная вода – вода, используемая для приготовления реагентов.

Энергетическая вода потребляется для производства пара, а также в качестве теплоносителя в системах обогрева.

Методы для управления водными ресурсами заключается в снижении потребления воды, предотвращении, сборе и разделении типов сточных вод, максимизируя

внутреннюю рециркуляцию и используя адекватную очистку для каждого конечного потока.

4.8. Снижение уровней физического воздействия

Мероприятия, направленные на снижение нагрузки шумового воздействия заключаются в следующем:

- регулярное техобслуживание оборудования, герметизация и ограждение вызывающих шум технических средств;

- сооружение шумозащитных валов. В строительстве следует применять поверхностные слои грунта или отвалы материала, который не создает опасности для окружающей среды;

- учет характера распространения шума и планирование работ с учетом этого, например, расположение блока измельчения и грохочения в подземном пространстве или частично под землей, расположение издающих шум машин недалеко друг от друга и в заглублении по отношению к уровню земли (уменьшается также площадь воздействия), закрытие дверей цеха обогащения и измельчения;

- выбор направления проходки таким образом, чтобы место проведения работ оставалось по отношению к населенному пункту за очистным забоем;

- оставление неотбитых стенок для защиты от шума в направлении населенного пункта;

- оставление деревьев и других растений на краю рудничной территории или вокруг объектов, издающих шум;

- ограничение размера заряда при взрыве, а также оптимизация объема ВВ;

- предварительное извещение о взрыве и проведение взрывных работ в определенное, по возможности в одно и то же, время дня. Взрыв вызывает сильный, но непродолжительного характера шум, поэтому предварительное извещение о нем положительно влияет на отношение к этому страдающих от шума;

- планирование транспортных маршрутов и осуществление перевозки в такие сроки, когда они вызывают минимальное воздействие.

Надлежащее осуществление эксплуатационных мероприятий заключается в проведении следующих мероприятий:

- тщательная проверка и техническое обслуживание оборудования;

- закрытие дверей и окон в закрытых помещениях, если это возможно;

- эксплуатация оборудования обученным персоналом, оснащенным средствами индивидуальной защиты;

- предотвращение проведения шумных работ в ночное время, если это возможно;

- обеспечение контроля шумообразования при проведении технического обслуживания.

Подход подлежит применению на действующих, модернизируемых и новых объектах.

Вибрацию, распространяющуюся при взрывных работах, можно уменьшить путем планирования и правильного выполнения взрывных работ:

- выбор направления проходки;
- учет особенностей скальных пород;
- выбор ВВ;

планирование продолжительности забойки шпура соответственно состоянию напряжения и вибрации скальных пород (детонаторы короткозамедленного действия);

уменьшение заряда и снижение степени загрузки или уменьшения размера взрываемого поля (порядок зажигания, небольшой мгновенный объем ВВ);

управление бурением.

Мероприятия, направленные на предотвращение образования и распространения запахов заключаются в следующем:

надлежащее хранение и обращение с пахучими материалами тщательное проектирование, эксплуатация и техническое обслуживание любого оборудования, которое может выделять запахи сведение к минимуму использование пахучих материалов.

Сокращение образования запахов при сборе и обработке сточных вод и осадков сточных вод можно достичь путем:

сокращение до минимально возможных показателей времени пребывания сточных вод и осадков сточных вод в системах сбора и хранения, в частности, в анаэробных условиях;

использование химических веществ для уничтожения или сокращения образования пахучих веществ (например, окисление или осаждение сероводорода);

оптимизация аэробного разложения (может включать контроль содержания кислорода; надлежащее (частое) обслуживание системы аэрации; использование чистого кислорода; удаление накипи в цистернах);

покрытие или ограждение объектов сбора и обработки сточных вод и осадков сточных вод с целью сбора пахучих отходящих газов для дальнейшей обработки;

обработка выбросов/сбросов за пределами основного производства ("на конце трубы") (может включать биохимическую обработку; окисление при повышенной температуре).

4.9. Рекультивация нарушенных земель

Минимизация негативного воздействия на ландшафты, почвы и биоразнообразие достигается путем применения НДТ, направленных на:

- ресурсосбережение и сокращение эмиссий в окружающую среду;
- уменьшение площади нарушаемых земель;
- восстановление рельефа территории горных работ;

сохранение малых водотоков в районе горнодобывающей деятельности, переноса их русел за пределы участка добычи, искусственного русла водного объекта,

формирование и укрепление берегов, контроль русловых и береговых деформаций, организация водоохранной зоны, создание условий для растительности;

сохранение водно-болотных угодий прилегающих территорий путем применения рациональных схем осушения горных выработок и направленных на сохранение водного баланса защитных сооружений;

сохранение почв посредством селективного снятия, складирования и дальнейшего использования ПСП;

предотвращение загрязнения почв путем профилактики аварийных проливов ГСМ, реагентов и других загрязняющих веществ, сокращение выбросов веществ в атмосферу за счет применения высокоэффективного оборудования по очистке выбросов от загрязняющих веществ и т. д.;

использование районированных для данных условий видов растительности, предупреждение внедрения видов, угрожающих экосистемам;

создание соединяющих ненарушенные участки экологических коридоров, позволяющих хранить генетическое и видовое разнообразие местных популяций и пути миграции живых организмов.

Мероприятия, направленные на рекультивацию и восстановление нарушенных ландшафтов, заключаются в следующем:

проведение текущей рекультивации нарушенных земель в процессе эксплуатации горнодобывающего предприятия с целью сокращения негативного воздействия на окружающую среду и возврата земель в оборот;

восстановление рельефа территории горных работ путем рекультивации нарушенных земель с восстановлением стабильных биогеоценозов;

создание благоприятного корнеобитаемого слоя на рекультивируемой территории с учетом агротехнических и физико-химических свойств почв и возможностей технологии рекультивации путем сохранения технологических гребней, бугров и впадин при выполнении планировочных работ рекультивации, обеспечивающих условия накопления влаги и питания растений; послойного нанесения ПСП; использования отходов для улучшения буферных, водоудерживающих и питательных свойств корнеобитаемого слоя;

проведение агротехнических и фитомелиоративных мероприятий в процессе биологической рекультивации (создание многовидового сообщества путем посева семян аборигенной флоры, внесение удобрений, способствующих ускорению процесса восстановления плодородия земель).

В отношении выбора техники и оборудования при рекультивационных работах НДТ предусматривает применение специализированных машин и механизмов, в том числе:

использование машин с низким давлением на грунт во избежание переуплотнения поверхности слоя;

использование средств гидромеханизации для подачи на поверхность отвала рекультивационных материалов.

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. Внедрение систем автоматизированного контроля и управления в технологическом процессе

5.1.1. Автоматизированные системы управления горнотранспортным оборудованием

Описание

Областью применения системы является диспетчеризация горнотранспортного оборудования: автосамосвалов, экскаваторов, бульдозеров, топливозаправщиков и другой техники, занятой на выемочно-погрузочных работах и в процессах транспортировки горной массы.

Целью внедрения системы является повышение производительности горнотранспортного комплекса за счет оперативного контроля и оптимизации производственных процессов.

Техническое описание

На долю открытого способа приходится примерно 60 % добычи железных руд. Такой удельный вес открытого способа добычи будет сохраняться и в будущем. Между тем с увеличением глубины карьеров и усложнением горно-геологических условий добычи затраты на эксплуатацию карьерного транспорта могут превышать 50 % от себестоимости добычи [14]. Поэтому повышение эффективности карьерного автотранспорта имеет существенное значение для горнодобывающих предприятий.

Базовая система управления погрузочно-доставочным комплексом (экскаваторы, конвейерный, автомобильный, железнодорожный транспорт) обеспечивает:

автоматический сбор информации и управление оборудованием в режиме реального времени с использованием высокоточной GPS системы позиционирования на каждой единице техники;

автоматическая диспетчеризация;

управление качеством руды;
контроль эксплуатации (загрузки автосамосвалов, скорости движения, соблюдения маршрутов, работы двигателей, расхода топлива, эксплуатации шин);
мониторинг технического состояния и обслуживания оборудования;
автоматизированное составление необходимых отчетных форм.

Управление качеством полезного ископаемого возможно за счет точного отслеживания каждой погрузки в деталях для контроля качества доставленного полезного ископаемого, выполнение различных требований к качеству полезного ископаемого отдельных приемных бункеров или накопительных складов, межзабойное усреднение – диспетчеризация порожних автосамосвалов по забоям с целью повышения производительности при выполнении требований к качеству полезного ископаемого, управление рудопотоками с усреднительных складов.

Мониторинг технического обслуживания оборудования возможен за счет регистрации событий и аварий, слежения за критическими узлами оборудования, мониторинга эксплуатации шин (вес загрузки, время движения, вычисление тонно-километров, определение критических значений и сигнализации), мониторинга расхода топлива, ежесменной и накопительной отчетности (в том числе по простоям и их причинам).

Кроме того, программно-техническое оборудование позволят включать в диспетчерскую систему карьера различное технологическое и инженерное оборудование: карьерный водоотлив, электротехническое оборудование и т.п.

В 2006 году на карьерах компании ОАО "СУЭК" [15] провели анализ эффективности использования карьерных автосамосвалов, работающих на предприятии. Оценивались различные показатели работы этой техники и в результате был выявлен ряд проблемных моментов. Оказалось, что на различных предприятиях расход топлива по одним и тем же моделям самосвалов может различаться на 70 % при сопоставимых горно-геологических условиях. Также было установлено, что грузоподъемность самосвалов по породе на некоторых предприятиях используется только на две трети, причем самой распространенной проблемой является невозможность оценки недогруза или перегруза. И в целом исследование показало, что коэффициент использования карьерных самосвалов в среднем по компании составляет всего 50 %.

Достигнутые экологические выгоды

Улучшение экологических показателей за счет повышения энергоэффективности добычи и транспортировки добываемой руды и снижения расходов моторного топлива и электроэнергии в процессе добычи и транспортировки.

Экологические показатели и эксплуатационные данные

Применение автоматических систем управления горнотранспортным оборудованием позволяют оптимизировать движение самосвалов, как при

первоначальном распределении машин в начале смены, так и для автоматического их перераспределения в течение смены в зависимости от текущей ситуации в карьере.

Система позволяет также осуществлять удаленную диагностику основных узлов и агрегатов автосамосвалов, экскаваторов и других мобильных объектов, например диагностику двигателя автосамосвала, контроль давления в шинах, контроль состояния электрооборудования экскаватора, управление тяговым электроприводом и др.

Кросс-медиа эффекты

Снижение энергоемкости производства. Повышение уровня автоматизации и культуры производства.

Технические соображения, касающиеся применимости

Общеприменимо. Объем (например, уровень детализации) и характер внедрения будет связан 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. По открытым данным применения автоматических систем управления горнотранспортного оборудования на предприятиях АО "СУЭК" расчетный срок окупаемости данной системы составляет 11 месяцев.

Движущая сила внедрения

Движущими силами для внедрения мероприятий по энергоэффективности являются :

улучшение экологических показателей;

повышение энергоэффективности;

дополнительные возможности для снижения эксплуатационных затрат и улучшения качества продукции.

5.1.2. Автоматизированные системы управления технологическим процессом

Описание

АСУ технологическим процессом - группа решений технических и программных средств, предназначенных для автоматизации управления технологическим оборудованием на промышленных предприятиях. Автоматизация технологического оборудования горнодобывающих и горнообогатительных предприятий, обусловлена спецификой эксплуатации основного оборудования и характеризуется следующими отличительными признаками:

активное использование ручного труда;

большая энергоемкость производственных мощностей;

наличие участков с вредными и опасными условиями труда;

высокая степень рассредоточения по территории отдельных элементов, объединенных единым технологическим процессом.

Основные проблемы при создании АСУТП на обогатительных фабриках, как правило, всегда были связаны с решением задач управления отдельными агрегатами секций обогащения, созданием информационных систем контроля хода технологического процесса и учета количества перерабатываемого сырья по секциям рудообогатительных фабрик [16].

Техническое описание

К наиболее известным подходам для фабрик обогащения можно отнести системы стабилизации: расхода воды в мельницы и воды в агрегаты, уровня пульпы в технологических зумпфах, плотность пульпы перед магнитной сепарацией, а также системы управления первой стадией измельчения, прогнозирование содержания железа в концентрате.

Основные функции АСУТП обогащения руды:

- автоматизированное и автоматическое управление процессом обогащения руды: самоизмельчение, шаровое измельчение;
- автоматическое управление загрузкой мельниц ГОКа;
- управление подачей воды в мельницы, классификаторы и зумпфы;
- использование математической модели процесса для выбора оптимальных режимов работы агрегатов;
- мониторинг состояния агрегатов.

АСУТП при производстве окатышей предназначена для управления технологическим процессом термообработки не офлюсованных железорудных окатышей на обжиговых машинах и управления механизмами и электроприводами, входящими непосредственно в состав комплекса оборудования обжиговых машин, включая оборудование участка окомкования и поточно-транспортной системы.

Целями разработки АСУТП обжиговой машины являются:

- создание условий для устойчивой работы обжиговых машин и гарантированного удержания показателей ее работы;
- обеспечение стабильных значений параметров технологического процесса в области регламентных режимов и минимизация технологических нарушений с целью повышения качества обожженных окатышей;
- обеспечение высокого уровня безаварийного функционирования обжиговой машины и увеличение срока ее эксплуатации;
- снижение расхода газа за счет применения современных, высокоточных средств автоматизации;
- обеспечение проведения исторического анализа технологического процесса;
- обеспечение возможности передачи необходимых данных в вычислительную сеть предприятия.

Достигнутые экологические выгоды

Улучшение экологических показателей за счет повышения энергоэффективности технологических процессов и снижения расходов ТЭР.

Экологические показатели и эксплуатационные данные

На крупнейшем в Европе горнодобывающем предприятии ПАО "Северный ГОК" (ПАО "СевГОК") в г. Кривой Рог, Украина, внедрена АСУ ТП на рудообогатительной фабрике 1 (РОФ-1) [17]. Основная цель автоматизации производства рудообогатительной фабрики состояла в обеспечении максимальной производительности секции обогащения в условиях Saturn Data International 20 лет изменчивости свойств шихты исходного сырья и жестко заданных показателей качества готового продукта.

Для решения этой задачи при помощи SCADA TRACE MODE были автоматизированы все основные технологические процессы обогащения руды и средствами автоматики было обеспечено:

- дозированное регулирование подачи исходного сырья в мельницы первой стадии измельчения;

- регулирование подачи воды в мельницы первой стадии в заданном соотношении твердое/жидкое;

- оптимизация процесса измельчения железорудного сырья в мельницах первой стадии по критерию максимальной переработки при заданных режимах технологического процесса, путем обработки контролируемых параметров технологического процесса в программном модуле оптимизации и выдаче автоматических заданий по дозированию руды и воды в мельницы (в отличии от задач отраженных в первых двух пунктах, где задания устанавливаются оператором), нахождение условий устойчивого максимума переработки для текущего состояния железорудной шихты;

- регулирование и стабилизацию плотности пульпы на сливе классификатора;

- регулирование и стабилизацию плотностных режимов питания стадий мокрой магнитной сепарации;

- регулирование и стабилизацию уровней технологических и промпродуктовых зумпфов;

- реализация контуров регулирования насос-гидроциклон;

- регулирование и стабилизацию плотности разгрузки песков на дешламации;

- обеспечение технологических защит и блокировок, в том числе от перегрузов в контуре мельница-спиральный классификатор.

Внедренные АСУТП на базе SCADA TRACE MODE показали высокую эффективность. Производительность секций выросла на 4 %, обеспечено стабильное управление качеством продукции в условиях изменчивости физико-механических свойств исходного сырья.

Кросс-медиа эффекты

Снижение энергоемкости производства. Повышение уровня автоматизации и культуры производства.

Технические соображения, касающиеся применимости

Общеприменимо. Объем (например, уровень детализации) и характер внедрения будет связан с характером, масштабом и сложностью установки, а также с ее эффективностью и диапазоном воздействия на окружающую среду, которое она может оказывать.

Экономика

При оптимальной настройке автоматизации снижаются затраты на эксплуатацию оборудования и себестоимость конечного продукта.

Движущая сила внедрения

улучшение экологических показателей;

повышение энергоэффективности;

дополнительные возможности для снижения эксплуатационных затрат и улучшения качества продукции.

5.2. НДТ в области энерго- и ресурсосбережения

5.2.1. Применение частотно-регулируемого привода на различном оборудовании (конвейерное, вентиляционное, насосное и т. д.)

Описание

Оборудование, позволяющие снизить расход электроэнергии на собственные нужды, снизить прямые и косвенные выбросы вредных веществ в атмосферу. В настоящее время применение ЧРП является оптимальным для целей регулирования производительности конвейерного, вентиляционного и насосного оборудования, при использовании которого обеспечивается наиболее рациональное использование электрической энергии при ведении технологического процесса.

Техническое описание

Возможность решения экологических проблем за счет повышения энергоэффективности производства.

На промышленных предприятиях большую долю потребления электрической энергии приходится на электрические двигатели, как привод различного технологического оборудования (конвейера, вентиляционное и насосное оборудование и т. д.). Достаточно часто такое оборудование требует регулирования, в качестве регулирующих аппаратов применяются шибера, задвижки и т. д. 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 решать поставленные задачи с большей эффективностью потребления электрической энергии, как следствие помогает сберегать электроэнергию устранением неоправданных ее затрат, которые имеют место при альтернативных методах регулирования в технологических процессах.

Достигнутые экологические выгоды

Улучшение экологических показателей за счет повышения энергоэффективности технологических процессов и снижения расходов электроэнергии в процессе производства.

Экологические показатели и эксплуатационные данные

По экспертным оценкам в зависимости от режимов работы оборудования применение ЧРП позволяет снизить расход электроэнергии на насосных агрегатах, вентиляторах, конвейерах, дробилках от 20 до 40 %, обеспечить плавный пуск (снижение пусковых токов), повысить надежность и срок службы электродвигателей. Как показал анализ загрузки электродвигателей ряда оборудования АО "Altyntau Kokshetau", на которых установлены ЧРП, выполненный в 2018 году в период проведения энергоаудита, снижение нагрузки в отдельные месяцы достигает 15 – 40 %. Таким образом, при обоснованном использовании ЧРП снижение потребления электроэнергии отдельным технологическим оборудованием может составить 20 – 40 % в год.

Повышение энергоэффективности конусной дробилки на 25 – 30 % в технологической линии рудоподготовки обогатительной фабрики в условиях ГОК "Вернинское" (Российская Федерация) достигнуто путем правильного выбора камеры дробления и организации питания дробилки [18].

Кросс-медиа эффекты

Снижение энергоемкости производства. Повышение уровня автоматизации и культуры производства.

Технические соображения, касающиеся применимости

Общеприменимо. Объем (например, уровень детализации) и характер внедрения будет связан с характером, масштабом и сложностью установки, а также с ее эффективностью и диапазоном воздействия на окружающую среду, которое она может оказывать.

Фактические данные позволяют говорить об экономии электроэнергии, в зависимости от режима работы двигателя, в пределах 15 – 40 %. Дополнительно вопрос установки ЧРП должен индивидуально рассматриваться в каждом отдельном случае исходя из глубины регулирования технологического процесса, требований промышленной санитарии на рабочих местах (для вентиляторов приточно-вытяжной вентиляции).

Применение ЧРП представляет собой одну из очевидных мер повышения энергоэффективности. Однако целесообразность таких мер должна рассматриваться в контексте всей системы, в которой используются двигатели; в противном случае существуют риски: потери потенциальных выгод от оптимизации способа

эксплуатации и размера систем и, как следствие, от оптимизации потребностей в электроприводах; потерь энергии в результате применения приводов переменной скорости в неподходящем контексте.

Наиболее эффективно использовать электродвигатели, оборудованные частотными преобразователями, интегрированные в системы АСУТП. Это, например, позволит обеспечивать включение и регулировку скорости вытяжки в зависимости от фактических выбросов. Так же это касается и регулирования производительности воздуходувок и насосных агрегатов. В среднем, применение таких способов регулирования может снижать потребление электроэнергии от 20 до 40 %.

Экономика

В зависимости от применяемого метода в каждом конкретном случае. Так например, применение двигателей с ЧРП целесообразно при резко переменной нагрузке в зависимости, например, от технологии, времени суток, количества людей в здании и др. Применение частотно-регулируемого электропривода вентиляторов позволяет снизить расход электроэнергии на перемещение воздуха вытяжными системами на 6 – 26 %, приточными системами на 3 – 12 %, воздуходувками на 30 – 40 %, при этом срок окупаемости двигателей с ЧРП может составлять от 1 года до 5 – 7 лет.

Движущая сила внедрения

Движущими силами для внедрения мероприятий по энергоэффективности являются :

- улучшение экологических показателей;
- повышение энергоэффективности;
- дополнительные возможности для снижения эксплуатационных затрат и улучшения качества продукции.

5.2.2. Применение энергосберегающих осветительных приборов

Описание

Оборудование, позволяющие снизить расход электроэнергии на хозяйственные нужды, снизить прямые и косвенные выбросы загрязняющих веществ в атмосферу. В настоящее время применение энергосберегающих осветительных приборов (светодиодных источников света) является оптимальным для целей наружного и внутреннего освещения.

Техническое описание

На промышленных предприятиях в хозяйственном потреблении электрической энергии, значительную часть потребления составляет системы наружного и внутреннего освещения. При этом данное потребление электрической энергии напрямую не влияет на энергетическую эффективность производственного цикла. Однако, данное потребление учитывается при определении удельного потребления на единицу продукции.

Применение энергосберегающих осветительных приборов (светодиодные) позволяет эффективно потреблять электрическую энергию в системах освещения, как следствие помогает сберечь электроэнергию устранением неоправданных ее затрат, которые имеют место при альтернативных источниках света.

Достигнутые экологические выгоды

Улучшение экологических показателей за счет снижения расходов электроэнергии на нужды освещения.

Экологические показатели и эксплуатационные данные

По экспертным оценкам и с учетом имеющегося опыта применения энергоэффективных осветительных приборов (светодиодных) снижение потребления электрической энергии снижается на 50 – 90 %, обеспечивается лучшая освещенность, увеличивается срок службы таких осветительных приборов, не оказывают негативного влияния на экологию, по сравнению с ранее применимыми дуговыми ртутными лампами.

Кросс-медиа эффекты

Первоначально замена существующих осветительных приборов на энергоэффективные может способствовать образованию большого количества отходов, требующих специальной утилизации (замена ртутных ламп на светодиодные).

Технические соображения, касающиеся применимости

Общеприменимо. Объем (например, уровень детализации) и характер внедрения будет связан с особенностями предприятия, особых сложностей по внедрению данной техники не выявлено. Внедрение энергосберегающих осветительных приборов стоит рассматривать с учетом модернизации системы освещения в целом (зональность, автоматическое управление и т. д.).

Фактические данные позволяют говорить об экономии электроэнергии, в пределах 50 – 90 %.

Экономика

Применение эффективных осветительных приборов позволяет снизить расход электроэнергии на освещение на 50 – 90 %, при этом срок окупаемости данной техники может составлять от 0,5 года до 5 – 7 лет.

Движущая сила внедрения

Движущими силами для внедрения мероприятий по энергоэффективности являются

:

улучшение экологических показателей (не требуется утилизация);

повышение энергоэффективности;

дополнительные возможности для снижения эксплуатационных затрат.

5.2.3. Применение электродвигателей с высоким классом энергоэффективности

Описание

Оборудование позволяющие снизить расход электроэнергии на собственные и производственные нужды, снизить косвенные выбросы парниковых газов. В настоящее время применение современных электродвигателей с высоким классом энергоэффективности является оптимальным при модернизации существующего технологического и вспомогательного оборудования, при использовании которого обеспечивается наиболее эффективное использование электрической энергии.

Техническое описание

Возможность решения экологических проблем за счет повышения энергоэффективности производства.

Основным потребителем большинства промышленных предприятий являются различные электродвигатели. Электродвигатели преобразуют электрическую энергию в механическую. В процессе преобразования энергии часть ее теряется в виде тепла. Величина такой потери определяется энергетическими показателями двигателя. Применение электродвигателей с высоким классом эффективности позволяет существенно снизить потребление электрической энергии.

Основным показателем энергоэффективности электродвигателя, является КПД.

$$\eta = P_2/P_1 = 1 - DP/P_1,$$

где P_2 – полезная мощность на валу электродвигателя;

P_1 – активная мощность, потребляемая электродвигателем из сети;

DP – суммарные потери в электродвигателе.

Соответственно, чем выше КПД, тем меньше потери и меньше энергии потребляет электродвигатель для выполнения той же работы.

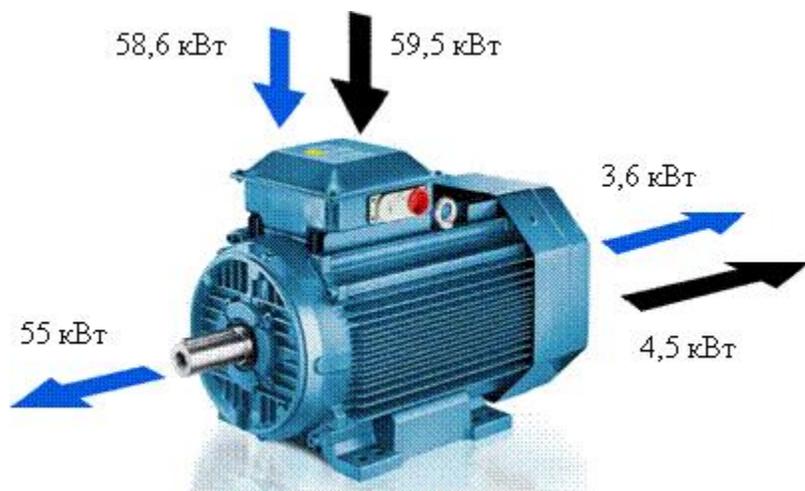


Рисунок .. Сравнение обычного электродвигателя с энергоэффективным

Достигнутые экологические выгоды

Улучшение экологических показателей за счет повышения энергоэффективности технологических процессов и снижения расходов электроэнергии в процессе производства.

Экологические показатели и эксплуатационные данные

По экспертным оценкам в зависимости от режимов работы оборудования применение электродвигателей с высоким классом эффективности позволяет снизить потребление электроэнергии электродвигателями от 1,5 до 5,0 %, повысить срок службы электродвигателей.

Кросс-медиа эффекты

Снижение энергоемкости производства.

Повышение срока службы электродвигателя

Технические соображения, касающиеся применимости

Общеприменимо. Объем и характер внедрения будет связан с программой модернизации предприятия и заменой выходящих из строя установленных на предприятии электродвигателей.

Фактические данные позволяют говорить об экономии электроэнергии, в зависимости от режима работы двигателя, в пределах 1,5 – 5,0 %.

Замена существующих электродвигателей энергоэффективными двигателями представляет собой одну из очевидных мер повышения энергоэффективности.

Экономика

Применение электродвигателей с высоким классом эффективности позволяет снизить расход электроэнергии на преобразование электрической энергии в механическую 1,5 – 5,0 %, при этом срок окупаемости таких электродвигателей может составлять от 1 года до 7 лет.

Движущая сила внедрения

Движущими силами для внедрения мероприятий по энергоэффективности являются

:

повышение энергоэффективности;

дополнительные возможности для снижения эксплуатационных затрат и улучшения качества продукции.

5.2.4. Применение устройств компенсации реактивной мощности, а также фильтро-компенсирующих устройств, для фильтрации высших гармоник и компенсации реактивной мощности в электрических сетях предприятий

Описание

Оборудование позволяющие снизить потери электроэнергии в сетях предприятия и исключить негативное влияние высших гармоник на электропотребляющее оборудование. В настоящее время применение установок фильтро-компенсирующих установок или УКРМ является оптимальным для поддержания требуемых уровней напряжения в узлах электрической сети, снижения потерь с электрических сетей и исключения негативного воздействия высших гармоник на электропотребляющие устройства.

Техническое описание

Возможность решения вопросов надежности электроснабжения, как следствие уменьшение использования резервных источников электроснабжения и снижения воздействия на экологию.

На промышленных предприятиях большую долю потребления электрической энергии приходится на асинхронные электродвигатели, как привод различного технологического оборудования. Асинхронные электродвигатели являются основным потребителем реактивной мощности. Без принятия мер по компенсации коэффициент мощности в сетях может составлять 0,5 – 0,7 о.е., законодательно установленные значения коэффициента мощности в электрических сетях предприятий установлен на уровне 0,89 – 0,93, в зависимости от класса напряжения.

При применении на предприятиях большого количества цифровой техники (ЧРП, плавный пуск и т. д.) может способствовать появлению в электрических сетях высших гармоник, которые оказывают негативное влияние как на электропотребляющее оборудование, так и на сами электрические сети. Для исключения появления в электрических сетях высших гармоник применяются как отдельно фильтры гармоник, так и объединенные устройства по фильтрации гармоник, так и по компенсации реактивной мощности.

Достигнутые экологические выгоды

Улучшение экологических показателей за счет повышения энергоэффективности технологических процессов и снижения потерь электроэнергии в распределительных электрических сетях и оборудовании.

Экологические показатели и эксплуатационные данные

По экспертным оценкам в зависимости от режимов работы технологического оборудования применение УКРМ позволяет снизить потери электрической энергии в сетях предприятия до 15 %, повысить надежность электроснабжения предприятия в целом и продлить срок службы электrorаспределительного оборудования.

Кросс-медиа эффекты

Снижение потерь электрической энергии в сетях. Повышение надежности систем электроснабжения, повышение срока эксплуатации электропотребляющего оборудования.

Технические соображения, касающиеся применимости

Общеприменимо. Объем (например, уровень детализации) и характер внедрения будет связан с характером, масштабом и сложностью установки.

Фактические данные позволяют говорить об экономии электроэнергии (за счет снижения уровня потерь), в зависимости от существующих уровней коэффициента мощности в электрических сетях предприятия от 0,1 до 1,5 % от общего объема потребления электрической энергии предприятиями.

Применение УКРМ представляет собой одну из очевидных мер повышения энергоэффективности (снижения потерь в электрических сетях). Однако

целесообразность таких мер должна рассматриваться с учетом всей системы электроснабжения.

Экономика

В зависимости от применяемого метода в каждом конкретном случае срок окупаемости применения УКРМ может составлять от 3 года до 10 лет.

Движущая сила внедрения

Движущими силами для внедрения мероприятий по энергоэффективности являются :

улучшение качества электроэнергии у электропотребителей;

уменьшение уровня потерь в распределительных электрических сетях предприятий;

повышение энергоэффективности.

5.2.5. Применение современных теплоизоляционных материалов на высокотемпературном оборудовании

Описание

На обогатительных предприятиях горно-металлургической отрасли часто используется ТЭ в виде пара, который транспортируется по паропроводам. Использование соответствующей изоляции для высокотемпературного оборудования (трубы для пара и горячей воды) позволяет существенно снизить тепловые потери.

Техническое описание

Теплоизоляция теплопроводов и паропроводов – актуальная задача для любого промышленного предприятия. Теплоизоляция трубопроводов с перегретым паром (паропроводов) относится к числу достаточно сложных операций, особенно при необходимости обеспечить необходимые эксплуатационные характеристики для поверхностей с высокими температурами – 200 – 250 °С. Монтаж изоляции нередко приходится вести без остановки действующего оборудования. Традиционные теплоизоляционные материалы, используемые для этой цели, имеют ряд существенных недостатков, которые значительно снижают эффективность их применения.

Минеральная вата и шамотный кирпич "боятся" влаги и пара, при попадании которых ухудшают свои теплоизоляционные показатели в несколько раз. Под воздействием высоких температур в минеральной вате происходит процесс разрушения связующих (смолы на основе фенола и формальдегида). Это отражается на эксплуатационных характеристиках покрытия, не говоря уже об экологической составляющей. Традиционные утеплители нуждаются в защитном покрытии, при монтаже которого неизбежно возникает проблема качественной изоляции сложных поверхностей: стыков, запорной арматуры, что не только увеличивает стоимость производства работ, но и отражается на их качестве. Как правило, паропроводы, изолированные минеральной ватой, служат недолго и часто приходится частично или полностью заменять теплоизоляционное покрытие.

Шамотный кирпич является не эффективным теплоизоляционным материалом. Коэффициент теплопроводности шамотного кирпича ($=0,84+0,0006\times t$ Вт/(м °С), = 0,99 Вт/(м °С) при температуре 250 °С) в 10 раз выше, чем у минеральной ваты ($=0,05 + 0,0002\times t$ Вт/(м °С), = 0,1 Вт/(м °С) при температуре 250 °С). При этом следует сказать, что для паропроводов следует применять минераловатные маты, полуцилиндры с плотностью не менее 150 кг/м³, так как они имеют более высокий межремонтный период. Нарушение изоляционного слоя паровых сетей, а также и кровного слоя изоляции, приводит к увеличению тепловых потерь.

Достигнутые экологические выгоды

Улучшение экологических показателей за счет повышения энергоэффективности технологических процессов и снижения потерь тепла в процессе производства.

Экологические характеристики и эксплуатационные данные

Замена неэффективной теплоизоляции, например шамотного кирпича на минеральную вату или более энергоэффективную изоляцию позволит снизить тепловые потери паропроводов на 35 % и довести их до нормативных значений. Продукция зарубежных производителей для изоляции трубопроводов и оборудования представлена широкой номенклатурой волокнистых теплоизоляционных материалов фирм: "Rockwool" (Дания), "Сан-Гобэн Изовер" (Финляндия), "Partek", "Paroc" (Финляндия), "Izomat" (Словакия) (цилиндры, маты и плиты без покрытия или покрытые с одной стороны металлической сеткой, стеклорогожей, алюминиевой фольгой и т. д.). Применение современных изоляционных материалов позволит снизить потери в паропроводах минимум на 30 – 50 %, снизить эксплуатационные расходы, за счет увеличения межремонтного периода.

Кросс-медиа эффекты

Снижение энергоемкости производства. Повышение уровня автоматизации и культуры производства.

Технические соображения относительно применимости

Описанные выше компоненты, как правило, могут быть применены ко многим объектам, входящим в область действия настоящего документа. Объем (например, уровень детализации) и характер внедрения будет связан с характером, масштабом и сложностью установки, а также с ее эффективностью и диапазоном воздействия на окружающую среду, которое она может оказывать.

Экономика

Снижение тепловых потерь позволит производить дополнительное тепло без сжигания топлива, поэтому процесс является экономически и экологически целесообразным. Мероприятия по замене изоляции из шамотного кирпича на современную окупаются за 3 – 4 года, ремонт изоляции для участков трубопроводов без изоляции или с нарушенной изоляцией окупаются за 1 – 2 года.

Движущая сила для осуществления

Движущими силами для внедрения мероприятий по энергоэффективности являются

:

улучшение экологических показателей;

повышение энергоэффективности;

дополнительные возможности для снижения эксплуатационных затрат и улучшения качества продукции.

5.2.6. Рекуперация тепла из теплоты отходящего процесса

Описание:

Повышение энергоэффективности и сокращение внешнего потребления топлива достигается за счет применения методов рекуперации тепла отходящих газов.

Техническое описание

В настоящее время, часть газа после технологического процесса используется как оборотный газ. Так, например, в сушильных камерах происходит сушка сырых окатышей обратными газами с температурой 350 – 450 °С, поступающих из третьей охлаждающей камеры. Горячий отходящий газ технологического процесса или полученный в обжиговом аппарате, может также направляться в котел-утилизатор или установку испарительного охлаждения, где газ охлаждают с выработкой пара. Генерируемый пар может использоваться в технологическом процессе или при производстве тепловой или электрической энергии.

Достигнутые экологические выгоды

Переработка теплоты, выделяющейся при обжиге окатышей, и превращение ее в электричество пар низкого давления для технологического и производственного отопления.

Экологические показатели и эксплуатационные данные

Снижение потребления топлива, для производства ТЭ.

Кросс-медиа эффекты

Не ожидается.

Технические соображения, касающиеся применимости

Применяется на предприятиях с топливосжигающими установками (печи, котлы, обжиговые машины).

Экономика

Так как требуется охлаждение газа, дополнительные затраты на восстановление энергии в основном связаны с инвестициями в котел-утилизатор и турбину для выработки электроэнергии.

Экономически выгодно, но требует индивидуального подхода. Апробировано, нашло применение в странах ОЭСР.

Движущая сила внедрения

Повышение производительности, сокращение производственных затрат.

5.2.7. Применение неформованных огнеупорных материалов для футеровки обжиговых машин

Описание

Изделия из огнеупорных волокон сочетают в себе свойства огнеупоров и изоляции, обладают малой плотностью, просты в монтаже и обработке, имеют значительный ассортимент.

Высокотемпературные волокнистые огнеупоры выпускаются по безобжиговой технологии в виде плит, картона, блоков и различных фасонных деталей сложной конфигурации. Материалы выпускаются также в виде "мокрого" войлока и набивных масс (для изоляции криволинейных поверхностей, заделки швов, выравнивания лицевой поверхности, углублений под крепежные детали и т. д.). Предельная температура применения: 1200 °С и 1350 °С.

Техническое описание

Теплоизоляция различного высокотемпературного оборудования заводов по производству окатышей (обжиговые машины, печи и т. д.) – актуальная задача для любого промышленного предприятия. Температура в таком оборудовании достигает 900 – 950 °С.

Применение высокотемпературных волокнистых огнеупоров обеспечивает:

- снижение толщины футеровочного слоя до 1,5 раз;
- уменьшение общей массы футеровки до 6 – 8 раз;
- увеличение ресурса эксплуатации печей до 2 – 3 раз;
- снижение энергопотребления до 30 %.

значительное снижение трудоемкости футеровки и высокую ремонтпригодность.

Свойства этих материалов и изделий позволяют создавать принципиально новые легкие конструкции сводов перекрытий печей: плоских подвесных, арочных. При этом свод является одновременно перекрытием и теплоотражающим экраном (коэффициент черного тела материалов составляет 0,95 – 0,96). Особенно эффективно применение изоляции на основе волокнистых огнеупоров в термических печах периодического действия, так как они практически безинерционны (имеют низкую теплоемкость), не критичны к циклам "нагрев – охлаждение", обеспечивают выход на температурный режим при значительно меньших энергозатратах.

Достигнутые экологические выгоды

Улучшение экологических показателей за счет повышения энергоэффективности технологических процессов и снижения потерь тепла в процессе производства.

Экологические характеристики и эксплуатационные данные

Применение неформованных огнеупоров позволяет снизить потребление газа на 10 – 30 %, снизить эксплуатационные расходы за счет увеличения межремонтного периода.

Кросс-медиа эффекты

Снижение энергоемкости производства. Повышение уровня автоматизации и культуры производства.

Технические соображения относительно применимости

Описанные выше компоненты, как правило, могут быть применены ко многим объектам, входящим в область действия настоящего документа. Объем (например, уровень детализации) и характер внедрения будет связан с характером, масштабом и сложностью установки, а также с ее эффективностью и диапазоном воздействия на окружающую среду, которое она может оказывать.

Экономика

Снижение энергопотребления (топлива) до 30 %, снижение эксплуатационных затрат и увеличение срока службы материалов, поэтому процесс является экономически и экологически целесообразным.

Движущая сила для осуществления

Движущими силами для внедрения мероприятий по энергоэффективности являются

:

улучшение экологических показателей;

повышение энергоэффективности;

дополнительные возможности для снижения эксплуатационных затрат и улучшения качества продукции.

5.3. НДТ для технологических процессов открытой и подземной добычи, обогащения и производства окатышей

В современном горнодобывающем и горно-обогательном комплексе все чаще возникает потребность в применении технологий и материалов, которые позволяют развивать добычу и переработку продукции с учетом требований экологичности и экономичности производства.

Современные технологии производственных работ должны основываться на принципах ресурсосбережения, природосбережения и малоотходности. Эти принципы взаимосвязаны, тесно переплетены и должны определять направленность технологии. Проблемы создания современных технологий на этих принципах носят комплексный характер и должны решаться совокупно как на уровне ведения горных работ, так и переработки полезных ископаемых.

В данном разделе описаны общие методы, техники или их совокупность для обеспечения стабильности производственного процесса на горнодобывающих и горно-обогательных предприятиях.

5.3.1. НДТ производственного процесса добычи руд

Техническое описание

К техникам, обеспечивающим стабильность производственного процесса, на горнодобывающих предприятиях относятся:

применение большегрузной высокопроизводительной горной техники;

проведение горных выработок и применение систем отработки с использованием современного высокопроизводительного самоходного оборудования;
применение современных, экологичных и износостойких материалов;
применение различных видов и типов конвейерного и пневматического транспорта для перевозки горной массы.

Достигнутые экологические выгоды

Переход на высокопроизводительное оборудование большой единичной мощности положительно сказывается на экологической обстановке: снижается количество выбросов загрязняющих веществ и парниковых газов в атмосферный воздух, уменьшается образование отходов от использования крупногабаритных шин.

Экологические показатели и эксплуатационные данные

Техника производственного процесса добычи железных руд открытым и подземным способом, в том числе при работе на глубоких горизонтах, состоит в эффективном технологическом процессе добычи железных руд открытым и подземным способом путем снятия ПСП, выбора способа и схемы вскрытия рудных тел, определения и применения оптимальной системы разработки и технологии вскрышных и добычных работ, транспортного обеспечения карьеров и шахт для эффективного направления потоков на обогатительные переделы. (см. пункты 3.1 и 3.2).

Для современной техники, используемой на подземных и открытых горных работах, характерно применение высоких скоростей, наличие больших нагрузок, давлений и др. Постоянное изменение горно-геологических и горно-технических условий разработки полезных ископаемых, усложнение технических средств из-за многообразия и ответственности, возлагаемых на них функций, высокие нагрузки на забои, многозвенность и последовательность цепи работающего оборудования, когда выход из строя любого из элементов приводит к остановке всего комплекса, необходимость обеспечения для горнорабочих благоприятных эргономических условий труда предъявляют серьезные требования к качеству горной техники и оборудования.

Однако в настоящее время по оценкам специалистов, оборудование и технологии, применяемые горнодобывающими компаниями СНГ, по своему технологическому уровню и производительности на 15 – 20 лет отстают от аналогов, используемых компаниями Канады, Великобритании, ЮАР и США. Такое отставание обусловлено как малоэффективными технологиями отработки и инженерной подготовки массива к отработке, так и техническими характеристиками применяемого оборудования.

Представленная техника состоит в применении большегрузной карьерной техники для добычи и транспортировки горной массы в железорудных карьерах. Происходит увеличение размеров ковшей экскаваторов, погрузчиков, пропорциональное увеличение грузоподъемности большегрузных автосамосвалов с сохранением оптимального соотношения количества ковшей для погрузки одного самосвала. Переход на большегрузную технику позволит уменьшить на 10% удельные

эксплуатационные затраты на экскавацию и транспортировку горной массы в железорудных карьерах, а также добиться уменьшения количества единиц технологического оборудования в карьере, снижения эмиссий в окружающую среду, снижения энергопотребления и потребления топлива в процессах экскавации и транспортировки горной массы в железорудных карьерах.

Мировой рынок большегрузной техники представлен крупными производителями: Komatsu, Caterpillar, Hitachi, Terex, Liebherr и БелАЗ.

В целях снижения себестоимости транспортировки горной массы и транспортно-добывающего цикла в целом, в условиях ТОО "Богатырь Комир" проводилось технико-экономическое сравнение применения карьерного самосвала БелАЗ 75600 грузоподъемностью 320 тонн с эксплуатируемым БелАЗом грузоподъемностью 220 тонн. Результаты испытаний показали следующее: производительность повысилась в 1,5 раза; себестоимость транспортировки снизилась на 20 %; удельный расход топлива уменьшился на 22 %. Погрузку карьерного самосвала осуществлял экскаватор Р&Н2800 с емкостью ковша 33 м³. Количество ковшей для полной загрузки – 6. Плечо транспортировки – 0,5 км. Объем выработки горной массы – до 10 тыс. м³ в сутки.

Проведение горных выработок и применение систем отработки с использованием современного высокопроизводительного самоходного оборудования состоит в переходе на современную высокопроизводительную горную технику для бурения, крепления, добычных операций и транспортировки горной массы в подземных условиях отработки железорудных месторождений. Обеспечивает значительное снижение доли постоянных затрат, безопасность, эргономику, комфортные условия работы для операторов и обслуживающего персонала, экономию энергоресурсов и материалов

Основные преимущества современного самоходного оборудования – улучшение безопасности и производительности, минимизация потерь и разубоживания руды, эргономика и комфортные условия. Эксплуатация установок очистного бурения с высоким уровнем автоматизации технологического процесса и позиционированием позволяет достичь беспрецедентно высокой производительности, точности и прямолинейности скважин. Передовые механизированные комплексы для установки анкеров, нанесения бетонных смесей обеспечивают оперативное крепление значительных площадей обнажений горных выработок, в большинстве случаев позволяют вытеснить тяжелые виды крепей и использование крепежного леса, деревянных затяжки и забутовки.

Машины для бурения восстающих вертикальных и наклонных скважин круглого сечения диаметром до 3000 мм длиной до 100 м в длину и под углом до 70 °С способны бурить по очень крепким породам и идеально подходят для сооружения рудоспусков,

вентиляционных скважин, ходков и т. п. (без применения взрывных работ). Погрузочно-доставочные машины способны преодолевать большие уклоны и быстро перемещаться на существенные расстояния, обеспечивать высокую производительность с низкой удельной себестоимостью погрузки и транспортировки. ПДМ и буровые установки с электрическим приводом используют экологически чистую электрическую энергию и обеспечивают лучшие условия труда за счет отсутствия выхлопных газов, меньшего уровня вибраций и шума.

Кроме того, снижаются требования к вентиляции выработок, происходит сокращение расходных материалов, таких как моторное масло и фильтры, увеличиваются интервалы между техническим обслуживанием.

Использование износостойких, коррозионностойких, жаростойких, теплоизоляционных и других видов покрытий позволяет резко сократить потери металлов, расход ресурсов на их возмещение и даст возможность повысить качество, надежность и долговечность машин, оборудования и сооружений. Техника состоит в применении износостойких элементов и накладок на рабочие органы горного оборудования и обеспечивает дополнительную конструкционную прочность и износостойкость, а также повышает коэффициент технической готовности машин и оборудования. Применение буровых коронок и штанг из современных высокопрочных сплавов позволяет достичь высокой производительности и точности бурения, снижения себестоимости на 3 – 10 %.

Применение различных видов и типов конвейерного и пневматического транспорта для перевозки горной массы более подробно описано в пункте 5.3.6.

Кросс–медиа эффекты

Потребность в дополнительных объемах энергоресурсов.

Технические соображения, касающиеся применимости

Применимость определяется конкретными горно-геологическими, горнотехническими и эксплуатационными условиями разрабатываемого месторождения и экономической целесообразностью. Представленные методы могут использоваться как по отдельности, так и в совокупности.

Экономика

Использование большегрузной техники повышает эффективность ведения горных работ и оптимизирует затраты (за счет экономии топлива и затрат на техобслуживание), позволит снизить себестоимость продукции и стать более конкурентоспособными на рынке, повышает безопасность на технологических дорогах. Для примера эксперты компании ООО "Комек Машинери" сравнивали, сколько экономит машина, грузоподъемностью 40 тонн по сравнению с 20-тонником – 15 центов на тонне груза за счет экономии топлива, амортизации, человеко-часов и других факторов. Если говорить о большегрузной технике в объемах горнодобывающей промышленности, экономия составит десятки миллионов долларов ежегодно.

Движущая сила внедрения

Требования экологического законодательства. Снижение нагрузки на экосистемы (воздух, вода, почвенный покров). Экономическая эффективность открытых и подземных горных работ.

5.3.2. НДТ производственного процесса обогащения руд

5.3.2.1. Использование грохотов с высокой удельной производительностью для мокрого грохочения с полиуретановыми панелями при классификации

Техническое описание

Модели многодековых высокочастотных грохотов с параллельно расположенными друг над другом дек и оснащенные высокоэффективными долговечными полиуретановыми панелями (ситами), предназначены для разделения материала по крупности в операциях измельчения и обогащения.

Исключительную эффективность классификации и, в то же время, высокую производительность по питанию при значительном содержании в нем "плюсового" материала, обеспечивают такие конструктивные особенности, как линейная вибрация, генерируемая вибродвигателями, угол наклона дек в $15 - 25^\circ$ и др. Для повышения эффективности отмывки тонких классов на грохоте может устанавливаться система дополнительного распульповывания материала непосредственно на деках грохота, например, пульподелители и системы распределения питания. Пульподелители и системы распределения изготавливаются для репрезентативного разделения питания, то есть каждая точка питания получает одинаковый (в смысле массового и объемного расхода, плотности пульпы, гранулометрии и т. д.) материал. Производительность от 125 до 180 тонн в час по твердому. Помимо этого, данный грохот создает прямолинейное вибрационное движение материала, вместо эллиптического, наиболее часто используемого при грохочении.



Рисунок .. Грохот Stack Sizer

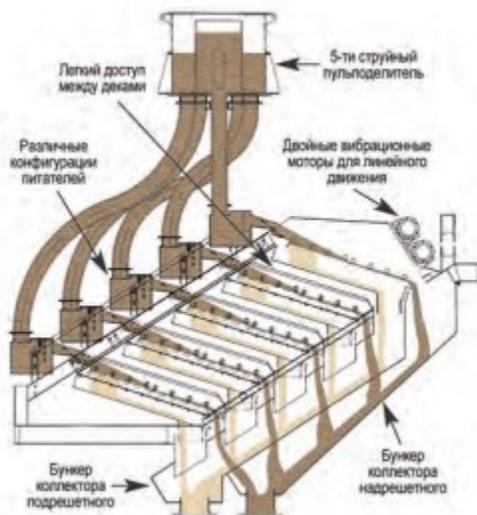


Рисунок .. Схема грохота

Основные технические характеристики:

тип просеивающей поверхности – полиуретановая сетка;

коэффициент живого сечения просеивающей поверхности - 35,0 %;

размер отверстий просеивающей поверхности - до 38 микрон;

ширина рабочей зоны просеивающей поверхности - до 5,3 м;

площадь просеивающей поверхности - 1,5X5, S=7,5м²;

удельная производительность по исходному питанию -150т/ч

Достигнутые экологические выгоды

Снижение потребления воды и электроэнергии в 2 – 4 раза за счет эффективности разделения. При этом на 1 тонну концентрата снижается удельный расход электроэнергии на 8,38 кВт*ч и шаров на 0,54 кг.

Экологические показатели и эксплуатационные данные

На предприятии А в настоящее время общее количество установленных машин составляет 32 единицы. На предприятии А данная технология позволила производить концентрат с содержанием железа 68,5 %.

Двойные вибрационные двигатели Super G® мощностью 2,5 л.с. (1,9 кВт, двигатели Super G предлагают подшипники, не требующие технического обслуживания и смазанные на весь срок службы (двухлетняя гарантия). Вода подается через форсунки на просеивающую поверхность. Потребление от 0,2 до 1м³ на тонну концентрата.

Кросс-медиа эффекты

Отсутствуют.

Технические соображения, касающиеся применимости

Данная техника применяется на предприятии А.

Есть большие перспективы по применению на предприятиях по обогащению хромитовых руд, а именно для классификации хромитовых шламах. Потери по Cr_2O_3 в шламах можно было бы снизить до 50 %, применив классификацию по определенному классу крупности. Эффективность этого типа грохотов применима для крупности в диапазоне от 10 мм до 38 мкм.

Предприятие А предполагает провести модификацию обогатительного комплекса так, чтобы использовать только две стадии измельчения (вместо трех) для переработки руды с размером – 12 мм. Четыре стадии магнитной сепарации будут использоваться наряду с тонким грохочением магнитного концентрата 3-й стадии.

Не требует больших площадей для размещения.

Полиуретановые сита Derrick имеют длительный срок службы, служат в 10 – 20 раз дольше проволочных, уникальная незабываемость этих панелей позволяет грохотить материалы, для которых ранее грохочение рассматривалось как невозможное.

Экономика

Стоимость высокочастотного грохота "Стек Сайзер" в данное время на рынке колеблется от 250 000 до 320 000 \$. Замена полиуретановых панелей колеблется от 6 до 12 месяцев. Стоимость замены сит составляет до 9 000 \$.

При внедрении грохотов тонкого грохочения производства "Деррик" на дробильно-обогатительной фабрике ОАО "Карельский Окамыш" на питании головной мельницы получена экономия по электроэнергии 14 156,8 кВт*ч (или 11,5 млн рублей), по помольным шарам 1 076,8 тонн (14,32 млн рублей), прирост по выпуску дополнительного концентрата 119 167,9 тонн.

Эксплуатационные расходы более низкие, чем использование проволочных панелей

Движущая сила внедрения

Увеличение производительности, улучшение качества продукции, экономические стимулы в виде эффекта, выраженного в сокращении потребления электроэнергии и приросту по выпуску дополнительного концентрата, низкие эксплуатационные расходы.

5.3.2.2. Использование вертикальных мельниц при доизмельчении черновых концентратов

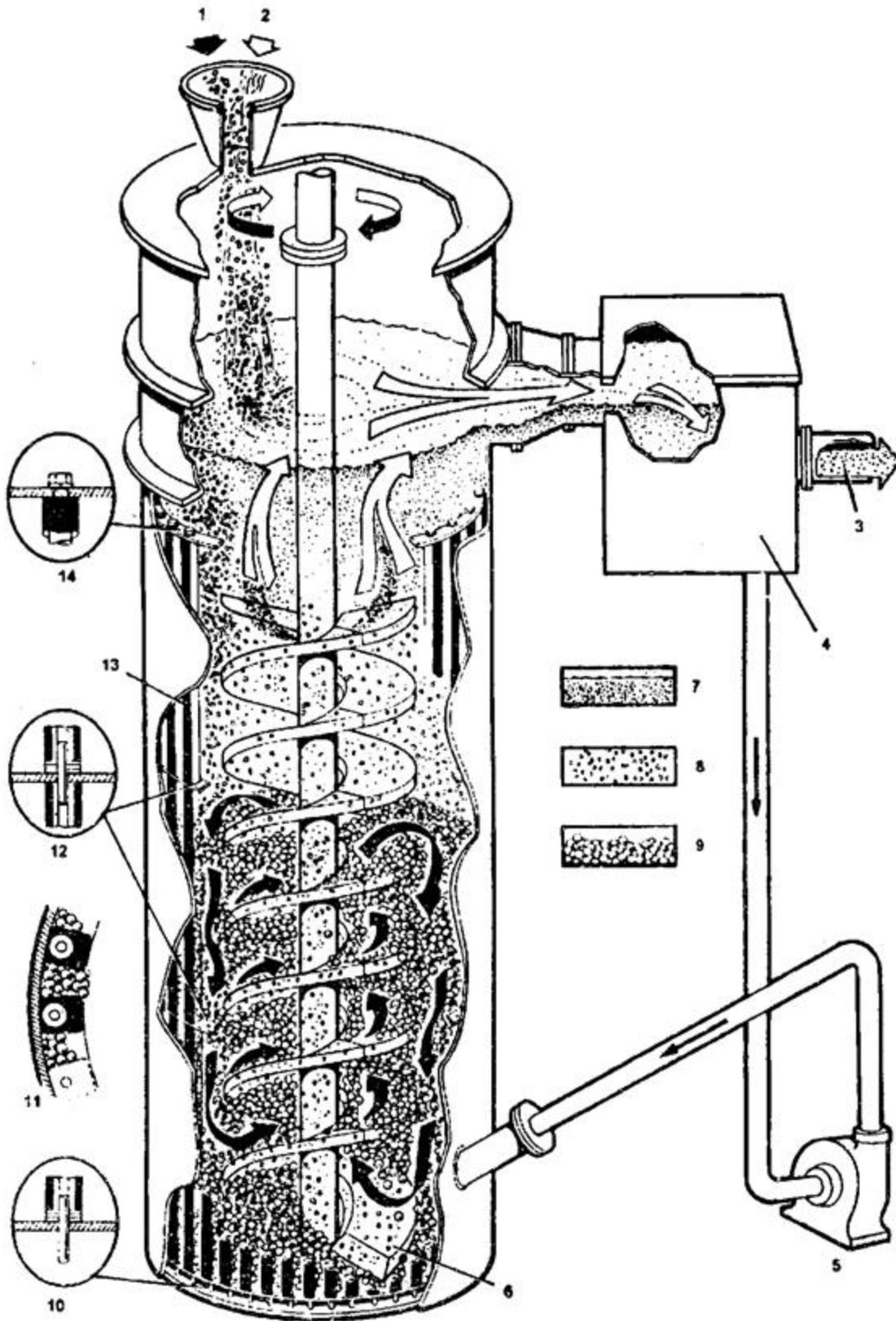
Наименование

Вертикальные мельницы доизмельчения промпродуктов обогащения, черновых концентратов.

Техническое описание

Принцип работы в мельнице: мелющая среда в виде стальных шаров, керамической или натуральной гальки или других материалов вращается с помощью помещенной в нее винтовой двухзаходной спирали (или агитатора загрузки). Создается типичный

замкнутый цикл измельчения. Измельчаемый материал подается сверху вместе с водой. Непрерывный восходящий поток пульпы поддерживается внешним насосом для рециркуляции. Насос выбирают с таким расчетом, чтобы обеспечить заранее рассчитанную скорость восходящего потока, которая вызывает классификацию частиц в верхней части корпуса мельницы. Мелкие частицы питания поднимаются, а большие частицы падают на мелющую загрузку, где они попадают внутрь среды для измельчения. Среда поднимается лопастями шнека и падает в кольцевое пространство между лопастями и внутренними диаметрами корпуса мельницы. Глубина стальной мелющей среды – 2 – 2,5 м. Накоплению среды в нижней части корпуса мельницы препятствует малая площадь непосредственно под лопастями шнека.



1- питание; 2 – вода; 3 – продукт; 4 – сборный классификатор; 5 – насос; 6 – футеровка шнека; 7 – мелкие частицы; 8 – крупные частицы; 9 – измельчающая среда; 10 – нижнее крепление футеровочных стержней; 11 – вид сверху на футеровочные

стержни; 12 – крепление футеровочных стержней в средней части; 13 – футеровочные стержни; 14 – верхнее крепление футеровочных стержней.

Рисунок .. Схема измельчения и принципиальное устройство вертикальной мельницы

Пульпа сливается из корпуса в сборный классификатор или делитель. Слив является либо готовым продуктом, либо питанием для соответствующей классификации. Крупная фракция рециркулирует через мельницу. Измельчение осуществляется за счет трения и истирания. Эффективность измельчения повышается путем относительно высокого давления среды на измельчаемые частицы. Предварительная классификация и удаление из питания мелких частиц снижают переизмельчение и еще более увеличивают эффективность. Низкий шум и малое количество производимого тепла уменьшают непроизводительные потери энергии. Внутреннюю поверхность корпуса мельницы предохраняют от износа с помощью системы ребер, набранных в виде решетки; она же удерживает среду. Среда сама выступает в роли изнашиваемой поверхности. Первичными изнашиваемыми поверхностями являются специальные металлические или резиновые сменные плиты, закрепленные болтами на шнеке. Некоторые из этих элементов требуют замены через 6 – 12 месяцев.

Таблица 5.1. Технические характеристики вертикальных мельниц

№ п/п	Типоразмер	Габаритные размеры, мм			Масса, т
		длина	ширина	высота	
1	2	3	4	5	6
1	VTM-20	4115	1320	7060	11,25
2	VTM-30	4115	1320	7190	12,00
3	VTM-50	4130	1525	7470	16,60
4	VTM-75	4130	1525	7595	17,80
5	VTM-100	4210	1690	7910	25,40
6	VTM-150	4560	2320	8610	36,30
7	VTM-200	4560	2320	9770	40,00
8	VTM-250	4560	2320	9770	41,70
9	VTM-300	5000	3175	10160	68,00
10	VTM-350	5000	3175	10160	72,60
11	VTM-400	5600	3480	10340	101,60
12	VTM-500	5600	3480	10570	104,00
13	VTM-600	6520	3650	11685	127,00
14	VTM-800	6850	3860	12190	158,70
15	VTM-1000	7425	4270	12400	220,40
16	VTM-1250	7425	4270	13460	226,80

Вертикальные мельницы, которые уже получили всемирное признание как энергоэффективное оборудование для измельчения, способны работать с питанием до 6

мм и измельчать его до 20 мкм и ниже. Стандартные размеры мельницы от 15 л.с. (11 кВт) до 4500 л.с. (3,3 МВт). Вертикальные мельницы с мощностью двигателя 3,3 МВт способны выполнять те задачи, что и шаровая мельница с мощностью двигателя 4000 кВт и выше.

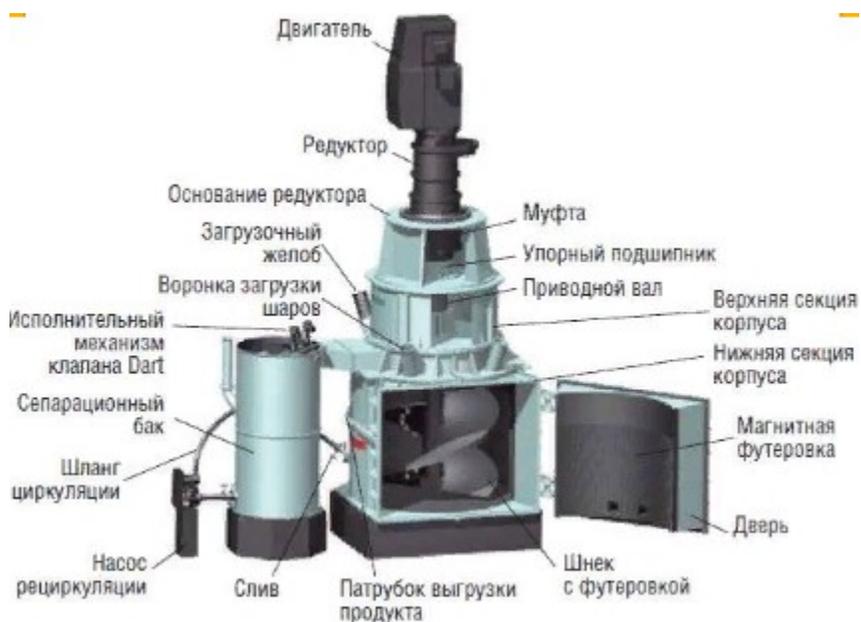


Рисунок .. Описание комплектующих мельницы Vertimill

Достигнутые экологические выгоды

При переработке различных типов руд экономия энергии при использовании установок увеличивается на 35 – 40 % по сравнению с традиционными шаровыми мельницами. Чем меньше крупность готового продукта, тем больше преимуществ имеет по сравнению с шаровыми мельницами. В процессе измельчения большое значение имеют характеристики рабочей (мелющей) среды. В вертикальных гравитационных мельницах, при измельчении затрачивается меньше энергии, что означает меньший расход мелющей среды. Поскольку процесс измельчения не предусматривает взаимный ударный контакт между мелющими телами и футеровкой, рабочая среда внутри мельницы подвергается меньшему износу и сохраняет свою форму и характеристики. Мельница позволяет не только снизить эксплуатационные расходы, но и сократить выбросы углерода. Конструкция мельницы влияет на эффективность измельчения и позволяет значительно сократить объем технического обслуживания.

Экологические показатели и эксплуатационные данные

Применение вертикальных мельниц позволяет сократить электропотребление до 40 %, снизить расход помольных шаров до 50 % и футеровки, сократить техническое обслуживание. Мельница позволяет не только снизить эксплуатационные расходы, но и сократить выбросы углерода.

Кросс-медиа эффекты

Отсутствуют.

Технические соображения, касающиеся применимости

На рынке России и СНГ технология Vertimill была впервые применена в 2009 г. на ОАО "Учалинский ГОК", где была установлена мельница Vertimill-1500-WB в узле дообогащения хвостов флотации. В настоящее время реализуются проекты с применением технологии Vertimill на ГМК "Норильский никель" (Россия), ОАО "Полтавский ГОК" (Украина) и ТОО "Алтай Полиметаллы" (Республика Казахстан) с использованием самых мощных мельниц Vertimill.

Данные вертикальные мельницы применимы на предприятиях по переработке руд черных металлов вместо существующих шаровых мельниц, что ощутимо скажется на экономике предприятий.

Экономика

На предприятии Anglo American потребление энергии сокращено на 30 % при процессе доизмельчения по сравнению с применявшейся ранее технологией. Экономия общих эксплуатационных расходов – около 5,5 млн евро в год. Компания Metso поставила на предприятие Anglo American 16 мельниц Vertimill модели VTM-1500-WB. Переход на мельницы Vertimill привел к сокращению объемов образующихся сверхмелких частиц, снижению уровня шума на производстве и сокращению количества необходимых периферийных устройств, а также позволил упростить и повысить безопасность всех штатных устройств за счет сокращения воздействия на подвижные детали.

Стоимость VERTIMILL с винтовым транспортером Metso VTM – 3000 - WB VERTIMILL - 5 623 000 доллара.

Движущая сила внедрения

Снижение эксплуатационных затрат, повышение эффективности измельчения и качества выпускаемой продукции

5.3.2.3. Переработка богатой руды дроблением с последующим разделением, сортировкой по классам крупности товарной продукции

Техническое описание

Дробильно-сортировочные установки представляют собой комплекс оборудования, предназначенного для дробления руд и пород, сортировки продуктов дробления, промывки их (в случае загрязнения исходного сырья), транспортировки и складирования готовой продукции. Богатые руды обычно направляют на дробильно-сортировочные фабрики, где их сортируют на грохотах. Крупные фракции руд (более 100 мм) дробят до кусков средних размеров (30 – 80 мм) и снова сортируют.

Дробильно-сортировочный комплекс может быть в исполнении как открытого исполнения, непосредственно на месте добычи, так и непосредственно на

обогательном объекте в помещении. Переработка и сортировка осуществляется под требуемые параметры по готовой продукции.



Рисунок .. Дробильно-сортировочный комплекс

Достигнутые экологические выгоды

Богатая руда содержит более 50 % железа, в связи с чем уменьшается количество образуемых пустых пород.

Экологические показатели и эксплуатационные данные

Производительность комплексов колеблется от 20 до 800 тонн в час. Крупность питания 1000 – 0 мм, энергопотребление от 2 до 3,5 кВт на тонну дробленой руды. Вода не применяется. Классификация от 160 мм до 10 мм.

Кросс-медиа эффекты

Образование пыли, шума, сухих отходов.

Технические соображения, касающиеся применимости

Общеприменимо.

Экономика

Данная техника не является новой. Схема дробления и сортировка рассчитывается в этапах проектирования. Стоимость, затраты, экономика рассчитывается при проектных работах и закладываются в эксплуатационные параметры предприятия.

Движущая сила внедрения

Техника закладывается на этапе проектирования.

5.3.2.4. Переработка руды тяжелосредней сепарацией

Техническое описание

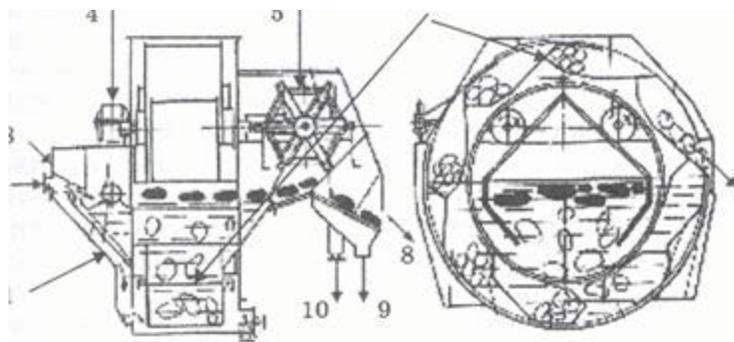
Тяжелосредняя сепарация, иначе называемая обогащением в тяжелой среде, наиболее простой и применяемый процесс гравитационного обогащения. Это метод, основанный на разделении минеральных компонентов руды (песков) по их удельному

весу в устойчивой тяжелой среде, заданная плотность которой больше плотности самого легкого минерала и меньше плотности самого тяжелого минерала.

Как правило, тяжелосредная сепарация используется в цикле предварительного обогащения для отделения пустого породного материала перед основным процессом или циклом измельчения с целью сокращения капитальных и эксплуатационных расходов на последующие процессы.

Методом тяжелосредного обогащения перерабатывают хромовые руды, угли, крупновкрапленные окисленные железные руды и другое сырье.

Основные узлы сепаратора корпус с рабочей ванной, элеваторное колесо, гребковое устройство, приводы вращения элеваторного колеса и гребкового устройства. Исходный материал по загрузочному желобу поступает в рабочую ванну сепаратора. Суспензия подается либо сбоку и попадает вниз корпуса, либо через нижний патрубок. Подача суспензии обеспечивает ее непрерывную циркуляцию в ванне. В зависимости от производительности сепаратора высота слоя суспензии, переливающейся через порог разгрузочного желоба, составляет 30 – 80 мм. В ванне сепаратора исходный материал разделяется на всплывший (легкий) и утонувший (тяжелый) продукт. Передвижение всплывшего продукта в ванне осуществляется потоком суспензии, а разгрузка – гребковым устройством. Утонувший продукт разгружается со дна ванны при помощи элеваторного колеса.



1 – корпус с ванной; 2 – подача суспензии; 3 – исходный материал; 4 – привод элеваторного колеса; 5 – гребковое устройство; 6 – элеваторное колесо; 7 – легкий продукт; 8 – тяжелый продукт; 9, 10 – сброс суспензии

Рисунок .. Тяжелосредный колесный сепаратор

Аппараты, применяемые для обогащения руд (песков) в тяжелой среде, подразделяются на два основных вида: статические и динамические. Статические аппараты подразделяют на конусные, барабанные, корытные и комбинированные, а динамические аппараты представлены гидроциклонами. В настоящее время статические аппараты работают лишь на старых предприятиях и при реконструкции, как правило, заменяются на гидроциклоны.

Достигнутые экологические выгоды

Снижение эксплуатационных затрат, снижение выбросов.

Экологические показатели и эксплуатационные данные

Отличительной особенностью этого процесса, по сравнению с другими методами гравитационного обогащения, является то, что он характеризуется наибольшей точностью разделения по плотности, что позволяет получить высокое извлечение ценного компонента при минимальном выходе концентрата.

Поскольку руда не перекачивается вместе с суспензией, это существенно сокращает требуемую для перекачки мощность, износ компонентов, нежелательное измельчение руды и шламообразование.

Кросс-медиа эффекты

Отсутствуют.

Технические соображения, касающиеся применимости

Две главные области применения тяжелосредной сепарации:

получение отходов (хвостов) с низким содержанием ценных компонентов на стадии предварительного обогащения, дальнейшая переработка которых не оправдана, и они могут быть направлены в отвал;

получение продуктов с высоким содержанием ценных компонентов для переработки их по отдельным схемам или получения товарных концентратов.

Экономика

Данная техника не является новой. Схема и технология рассчитывается в этапах проектирования. Стоимость, затраты, экономика рассчитывается при проектных работах и закладываются в эксплуатационные параметры предприятия.

Движущая сила внедрения

Извлечение ценных компонентов при минимальном выходе концентрата.

5.3.2.5. Обогащение железных руд методом магнитной сепарации на барабанных сепараторах

Наименование

Магнитные барабанные сепараторы являются обогатительным оборудованием с барабанной конструкцией, предназначенные отделять минералы с повышенной магнитной восприимчивостью от немагнитной пустой породы.

Техническое описание

Магнитная сепарация рудных полезных ископаемых – это метод обогащения добываемого природного материала, основанный на применении неоднородного постоянного или переменного магнитного поля. Метод применим как к слабомагнитным, так и к сильномагнитным рудам. Физический процесс магнитной сепарации происходит следующим образом: на механическую смесь, состоящую из минеральных зерен с разными показателями магнитной восприимчивости, воздействуют магнитным полем специального устройства – так называемого магнитного сепаратора. Наиболее восприимчивые к магнитному воздействию зерна

притягиваются к полюсам системы, после чего транспортирующими устройствами переносятся в приемники. Оставшиеся не притянутыми частицы потоком перемещаются в отдельные приемники.

Классификация типов магнитной сепарации основывается на типе среды, в которой протекает процесс обогащения (сухая и мокрая магнитная сепарация), а также на степени восприимчивости обрабатываемого материала к магнитному воздействию – по этому признаку выделяют слабо- и сильномагнитную сепарацию.

При мокром обогащении крупность материала не должна превышать 6 мм. В настоящее время в практике мокрого магнитного обогащения используются в основном барабанные сепараторы типа ПБМ, имеющие многополюсную систему из постоянных магнитов. Сепараторы типа ПБМ предназначены для обогащения сильномагнитных руд, для обезжелезнения различных материалов и регенерации тяжелых суспензий в промышленных условиях, а также обогащения нерудных материалов. Обогащение происходит в водном режиме.



Рисунок .. Барабанный сепаратор типа ПБМ [19]

Принцип работы сепараторов.

Пульпа поступает в короб, откуда самотеком льется в ванну, в которой устанавливается уровень пульпы, определяемый сливным порогом.

Магнитные частицы пульпы в рабочем пространстве ванны под действием магнитного поля притягиваются к поверхности барабана и при вращении барабана транспортируются в сторону разгрузки, где магнитное поле ослаблено, и под действием воды из смывного устройства смываются в желоб.

Смывная вода способствует отмывке магнитного продукта от немагнитных частиц в пространстве между барабаном и разгрузочным лотком ванны. Чередование полярности в направлении вращения барабана приводит к тому, что удерживаемые на барабане флоккулы магнитного продукта при своем движении к зоне смыва несколько раз переворачиваются, что также способствует очистки их от немагнитных частиц.

Немагнитные частицы проваливаются через разгрузочную щель на дне ванны в хвостовую полость, где крупная, тяжелая фракция оседает на дно полости и разгружается через отверстия насадок. Мелкая, легкая фракция немагнитного продукта (слив) вместе с водой переливается через сливной порог и по сливному карману выливается из ванны.

Необходимое качество продуктов разделения достигается изменением количества подаваемой в сепаратор пульпы, изменением положения магнитной системы, сменой насадок с различными диаметрами отверстий и изменением количества смывной воды.

Для сухого обогащения сильномагнитных руд крупностью до 50 мм с целью выделения отвальных хвостов применяют одно-, трех- и четырехбарабанные сепараторы с магнитными системами с постоянными магнитами (типа ПБС и ПБСЦ - с центробежной разгрузкой) и электромагнитами (типа ЭБС), питающимися постоянным током.

Для сухой сепарации мелкого сильномагнитного материала применяются сепараторы типа ПБСЦ. Пример барабанного сепаратора ПБСЦ-63/50 для сухого обогащения руд приведен на рисунке ниже.

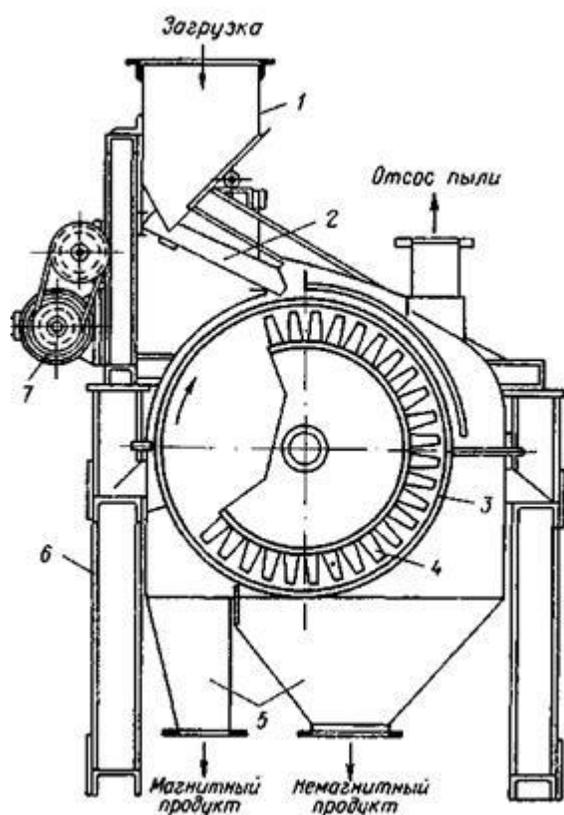


Рисунок .. Барабанный сепаратор ПБСЦ-63/50 для сухого обогащения руд [20]

Обечайка барабана (3) сепаратора выполнена из немагнитной нержавеющей стали толщиной 1,2-2 мм, постоянные магниты неподвижной магнитной системы (4) изготовлены из сплава ЮНДК-24. Полярность полюсов чередуется по периметру барабана. Полюса установлены с шагом 50 мм. Напряженность магнитного поля у

поверхности барабана составляет: против середины полюсов- 115 - 125 кА/м, против зазора между полюсами- 84 – 92кА/м.

Сепаратор работает следующим образом: исходная руда из бункера (1) с помощью вибрлотка (2) с приводом (7) подается в верхнюю часть барабана. Магнитная фракция притягивается к поверхности барабана и разгружается в бункер (5) для магнитного продукта в тот момент, когда участок барабана выходит из зоны действия магнитной системы. Немагнитная фракция транспортируется барабаном и разгружается в бункер для немагнитного продукта. Все узлы сепаратора крепятся на раме (6).

Быстроходный режим вращения барабана (300 мин-1) при малом шаге полюсов магнитной системы создает бегущее магнитное поле, частота которого равна 90 Гц. При этом происходит разрушение прядей и флоккул из магнитных частиц и отделение свободных рудных зерен от сrostков.

В настоящее время разработаны сепараторы ПБСЦ-63/100 и ПБСЦ - 63/200, аналогичные по конструкции сепаратору ПБСЦ-63/50, но имеющие большую длину барабана.

Достигнутые экологические выгоды

Снижение потребления энергии.

Экологические показатели и эксплуатационные данные

Получение высококачественных концентратов при высокой степени извлечения полезного компонента, экологически чистый процесс, высокая селективность и универсальность, низкая энергоемкость.

Кросс-медиа эффекты

Отсутствуют.

Технические соображения, касающиеся применимости

Общеприменимо для всех предприятий по обогащению руд черных металлов. Сепаратор может эксплуатироваться как в периодическом режиме, так и в непрерывном – в составе небольших установок [21].

Экономика

Мероприятия по разработке и внедрению новых магнитных систем сепараторов на все фабрики предприятий ОАО "Евразруды" позволили повысить извлечение железа в первичный концентрат на 0,9 % при одновременном повышении качества первичных концентратов на 0,6 % и снижении потерь железа с отвальными хвостами на 0,6 %. Утвержденный экономический эффект от внедрения сепараторов с новыми магнитными системами составил 163000 тыс. руб.

5.3.2.6. Применение магнитной дешламации перед магнитной сепарацией

Наименование

Магнитные дешламаторы (МД) применяют на обогатительных фабриках для обесшламливания сливов гидроциклонов с выводом в хвосты шламов пустой породы и

мелких бедных сростков и для сгущения магнетитовых концентратов перед фильтрованием.

Техническое описание

Дешламатор (Slugcatcher) - устройство, предназначенное для удаления шлама из пульпы путем отмывки, декантации, классификации и сгущения пульпы различных горных пород.

Предназначены для обесшламливания, сгущения и классификации сильномагнитных руд крупностью 1 -0 мм при содержании в питании твердого продукта 12 -28%.

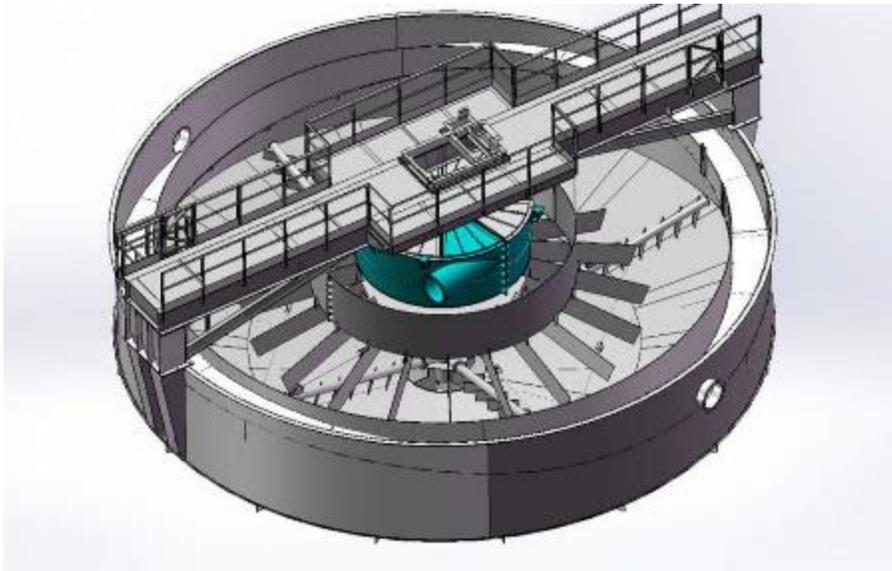


Рисунок .. Магнитный дешламатор МД-9АК [22]

Магнитный дешламатор - это сгуститель с центральным приводом, который состоит из чана цилиндрической формы, гребковой рамы, закрепленной на валу, приемного бака, кольцевого сливного желоба и разгрузочного отверстия. Особенностью дешламаторов является наличие намагничивающих устройств для исходной пульпы. В качестве намагничивающих устройств в основном используются плоские замкнутые магнитные системы из постоянных магнитов, создающие горизонтальное магнитное поле, через которое проходят частицы.

Исходный материал в виде пульпы по питающему желобу поступает в загрузочный бак и через намагничивающие аппараты – в чан. При прохождении через магнитное поле частицы магнетита соединяются и образуют флоккулы. Скорость их осаждения выше, чем у легких частиц шлама. Поэтому магнетитовые флоккулы быстрее осаждаются на дно дешламатора и выводятся через разгрузочное отверстие. Вращающаяся гребковая рама способствует получению более плотного сгущенного

продукта (песков) и взмучиванию оседающего шлама. Вода вместе со шламами переливается через кромки кольцевого сливного желоба и выводится из дешламатора в хвосты.

У намагничивающих устройств дешламаторов индукция магнитного поля составляет порядка 0,05 Тл.

Дешламаторы могут иметь дополнительные намагничивающие устройства, закрепленные на вращающейся гребковой раме. Также используются конструкции дешламаторов с созданием восходящего потока воды и с сифонной разгрузкой сгущенного продукта. Встречный поток воды позволяет удалить в хвосты большее количество шламов.

Достигнутые экологические выгоды

Снижение потерь ценных минералов железа с отходами. Низкий удельный расход электроэнергии.

Экологические показатели и эксплуатационные данные

При дешламации обеспечивается прирост массовой доли железа в сгущенном продукте по сравнению с исходным продуктом от 0,3 до 10 %. Выход слива (шламов) составляет до 20 % с массовой долей железа магнетитового в нем до 2 – 3 %. Удельная производительность на 1 м² площади зеркала сгущения составляет 1 – 5 т/(чм²), что значительно выше, чем у обычных сгустителей. Содержание твердого в питании составляет 10 – 40 %, в сгущенном продукте – 30 – 60 %, в сливе – 0,3 – 10 %.

Для обесшламливания магнетитовых пульп разработан магнитный гидроциклон, принципиально отличающийся от обычного гидроциклона наличием намагничивающих устройств на входе пульпы в гидроциклон и на входе слива в сливной патрубков. Магнитные гидроциклоны не получили промышленного применения.

Преимущества:

большая удельная (по площади осаждения) производительность;

низкий удельный расход электроэнергии;

низкая удельная масса.

Кросс-медиа эффекты

Отсутствуют.

Технические соображения, касающиеся применимости

Общеприменимо для всех предприятий по обогащению руд черных металлов.

Экономика

Цена может варьироваться в пределах от 500 USD до 15 000 USD.

Движущая сила внедрения

Сокращение объемов образования отходов.

5.3.2.7. Применение сгустителей перед фильтрованием

Наименование

Процесс осуществляется с целью повышения концентрации твердого сгущенной суспензии с заданным содержанием твердого и осветленной воды (слива).

Техническое описание

Сгуститель - машина или аппарат для разделения пульп (суспензий) на твердую и жидкую фазы под действием сил тяжести, центробежной силы, магнитного поля. Конечный продукт в результате содержит порядка 60 % твердого вещества, его количество в сливе составляет около 0,1 г/л.

Технологические схемы многих современных рудников включают стадию сгущения с получением двух продуктов - уплотненного твердого материала с низким содержанием влаги и отработанной воды, возвращаемой в производственный цикл.

Сгущение жидких продуктов производят преимущественно в одно- и многоярусных цилиндрических (радиальных) аппаратах диаметром 2,5 – 30 м. Для сгущения пульп, содержащих быстрооседающую твердую фазу, применяют гидросепараторы (небольшие сгустители с центральным приводом). Если при сгущении не требуется получения чистого слива, используют гидроциклоны. При их установке перед сгустителями, питанием последних служит слив из гидроциклонов; сгущенные продукты, выходящие из аппаратов, объединяются.



Рисунок .. Сгуститель высокой степени сжатия [23]

Достигнутые экологические выгоды

Использование оборотного водоснабжения. Экономия водопотребления. Сокращение объема отходов и использования химических реагентов.

Экологические показатели и эксплуатационные данные

Повышение качества концентрата, снижение энергетических затрат до 3 %

Кросс-медиа эффекты

Отсутствуют.

Технические соображения, касающиеся применимости

Применимо при наличии производственных площадей для установки сгустителя и при технологической целесообразности.

Экономика

Рассчитывается согласно проектно-сметной документации. Экономически выгодно, но требует индивидуального подхода.

Снижаются капитальные затраты и сокращаются операционные затраты до 20 %.

Движущая сила внедрения

Экономия водопотребления, сокращение объема отходов.

5.3.2.8. Использование винтовых сепараторов для гравитационного обогащения хромсодержащих руд

Наименование

Использование винтовых сепараторов для гравитационного обогащения хромсодержащих руд.

Техническое описание

Винтовой сепаратор представляет собой аппарат, работающий по принципу разделения материала в наклонном безнапорном потоке малой глубины.

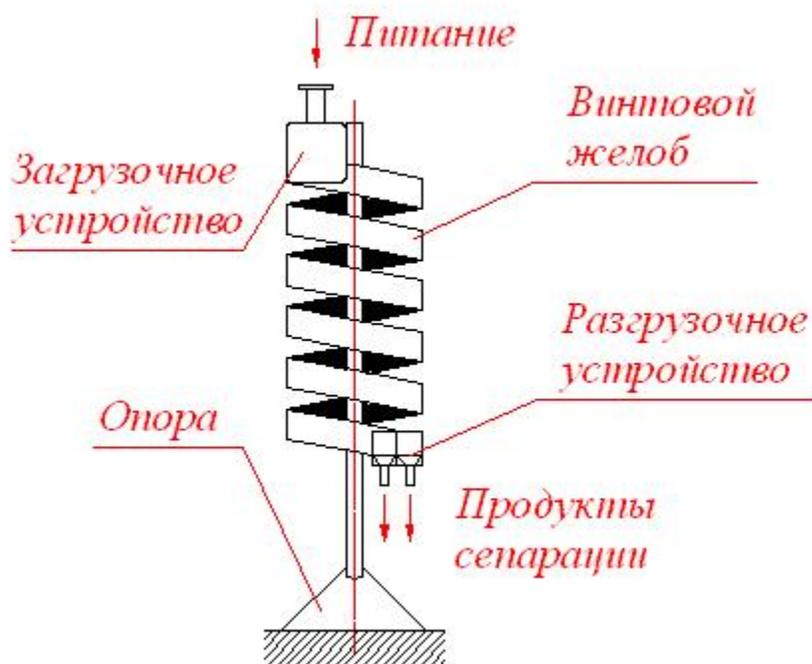


Рисунок .. Внешний вид сепаратора

В винтовых сепараторах имеется неподвижный наклонный гладкий желоб, выполненный в виде спирали с вертикальной осью. Пульпа загружается в верхнюю часть желоба и под действием силы тяжести стекает вниз в виде тонкого, разной глубины по сечению желоба потока. При движении в потоке кроме обычных гравитационных и гидродинамических сил, действующих на зерна, развиваются центробежные силы. Тяжелые минералы концентрируются у внутренней границы желоба, а легкие - у внешней. Желоб винтовых сепараторов в поперечном срезе представляет собой $\frac{1}{4}$ окружности или вытянутого эллипса. На конце желоба находится разделяющие ножи, которые делят поток на две части, содержащие разные продукты. Внешний вид винтового сепаратора приведен на рисунке 5.13.



Рисунок .. Комплекс винтовых сепараторов

Наиболее эффективно на винтовых сепараторах обогащается материал крупностью 0,1 – 1,5 мм. Значительно хуже происходит обогащение зерен крупностью 0,1 – 0,074 мм. Винтовой сепаратор, как и большинство аппаратов, где происходит разделение материала по плотности в водной среде, чувствителен к ширине классификации по крупности зерен питания и намного лучше работает на узко классифицированном материале, что и предусматривается при проектировании.

Особенностью движения потока по винтовому желобу является то, что минеральное зерно, двигаясь по винтовому желобу, испытывает одновременно действие сил, разных по величине и направлению. Их равнодействующая определяется траекторией движения зерна и его положением в поперечном сечении потока.

В отличие от поведения зерен в прямых наклонных потоках в винтовом потоке зерна перемещаются друг относительно друга не только вдоль желоба, но и в поперечном направлении. В результате легкие зерна, имеющие большую скорость

перемещения по потоку, не только обгоняют зерна придонного слоя потока, но и смещаются под влиянием большей центробежной силы и поперечной циркуляции к внешнему краю потока, создавая веер продуктов в желобе.

Средняя продольная скорость зерен по желобу винтового сепаратора мало отличается от скорости воды. Фактор крупности имеет для винтовых сепараторов большее значение, чем фактор плотности. Мелкие классы всех минералов задерживаются на желобе более продолжительное время, чем крупные.

Основным конструктивным параметром сепаратора является диаметр винтового желоба, который определяет размеры аппарата, его массу и производительность. Выбор диаметра сепаратора зависит от производительности по твердому, крупности и плотности разделяемых минералов.

С увеличением диаметра сепаратора крупность эффективно выделяемых на нем зерен увеличивается. Сепараторы малого размера эффективно выделяют мелкие зерна.

Достигнутые экологические выгоды

Экологические выгоды достигаются за счет энергосбережения, высокой производительности и минимального расходом воды.

Экологические показатели и эксплуатационные данные

Из-за простоты устройства и неприхотливости в работе винтовые сепараторы в настоящее время широко применяются в практике обогащения полезных ископаемых, в том числе:

- не имеют движущихся частей и не требуют приводных устройств;
- процесс обогащения можно наблюдать визуально;
- легко регулируются, не требуют высокой квалификации персонала;
- разгрузка продуктов обогащения производится непрерывно;
- малочувствительны к колебаниям нагрузки;
- могут работать в широком диапазоне плотности пульпы;
- имеют высокую удельную производительность на 1 квадратный метр занимаемой площади;
- имеют низкие эксплуатационные затраты.

Кросс-медиа эффекты

Не обнаружено.

Технические соображения, касающиеся применимости

Винтовые сепараторы широко применяются для обогащения мелкозернистых песков, содержащих ильменит, циркон, рутил, касситерит, золото и другие полезные минералы, а также для обогащения коренных руд редких и благородных металлов, железных руд, фосфоритов, хромитов и т. д.

Экономика

Данная техника не является новой. Схема и технология рассчитывается в этапах проектирования. Стоимость, затраты, экономика рассчитывается при проектных работах и закладываются в эксплуатационные параметры предприятия.

Движущая сила внедрения

Высокая производительность, экономия водопотребления и энергосбережение.

5.3.3. НДТ для процесса производства окатышей

5.3.3.1. Использование кольцевого охладителя гранулированного материала

Описание

Устройство для охлаждения кусковых материалов после их термической обработки в промышленных печах.

Техническое описание

Кольцевой охладитель предназначен для охлаждения горячих окатышей, поступающих из обжиговой печи, и является последней технологической машиной в комплексе оборудования по производству окатышей из железорудного концентрата.

Кольцевой охладитель представляет собой конвейерную решетку в виде кольца. Разнообразные формы уплотнения включают водонепроницаемые, песочные уплотнения, термостойкую резину и лабиринтные уплотнения, они обеспечивают надежный эффект, более способствуют экономии энергии, сокращению выбросов и утилизации и утилизации отработанного тепла.

В загрузочной части охладителя установлена разравнивающая стенка для формирования равномерного слоя окатышей определенной высотой. Охладитель имеет привод бесступенчатой регулировки скорости, за счет чего осуществляется автоматическая регулировка высоты слоя окатышей. Охладитель вращается в горизонтальной плоскости со скоростью до 2,7 об/час и конструктивно разделен на три зоны: рабочую зону, где происходит охлаждение окатышей (составляет 303° окружности); загрузочную зону – дуга в 25° , разгрузочную зону – дуга в 32° . Охлаждение окатышей осуществляется продувом холодного воздуха снизу вверх.



Рисунок .. Кольцевой охладитель окатышей

Конструкция для охлаждения окатышей путем продувания определенного объема воздуха через пазы паллетного поля, обеспечивает синхронное перемещение и

примыкание подвижных элементов охладителя, их взаимодействие, а также требуемую температуру окатышей для дальнейшей транспортировки.

Достигнутые экологические выгоды

Предотвращение выбросов и максимальная рекуперация энергии.

Экологические показатели и эксплуатационные данные

Использование отработанных газов (рекуперация) при обжиге окатышей снижают расход газа на 27 – 32 % [24].

На Полтавском ГОКе [25] (Украина) установлены три конструкции 400-тонных концевых охладителей железорудных окатышей. Кольцевой охладитель представляет собой конвейерную решетку в виде кольца, разделенного на четыре зоны. Он выполняет охлаждение окатышей до температуры 120 °С.

Кросс–медиа эффекты

Капитальные затраты. Потребность в дополнительных объемах энергоресурсов.

Технические соображения, касающиеся применимости

Общеприменимо.

Экономика

По сравнению с ленточным охладителем кольцевой охладитель занимает меньшую площадь, экономит инвестиции и имеет высокий коэффициент использования оборудования.

Движущая сила внедрения

Требования экологического законодательства.

Повышение производительности и сокращение использования ТЭР, экономия материальных ресурсов.

5.3.3.2. Совершенствование технологии и тепловых схем обжига окатышей (интенсификация процессов сушки и обжига, применение эффективных горелочных устройств)

Техническое описание

Для подавления формирования оксидов азота существует несколько первичных мер (модификаций процессов горения). Все эти меры направлены на модификацию эксплуатационных и конструктивных параметров установок, таким образом, чтобы образование оксидов азота снижалось, или чтобы оксиды азота, которые уже образовались, преобразовывались перед их выбросом.

Тепловое образование NO_x экспоненциально увеличивается с температурой и имеет более слабую зависимость от концентрации кислорода. Следовательно, модификация процесса горения для снижения содержания термических NO_x наиболее эффективна при снижении пиковых температур пламени. Это может быть достигнуто за счет ограничения скорости смешивания воздуха и топлива, а также может включать либо

подачу топлива, либо подачу воздуха. Ступенчатое регулирование контролирует как топливо, так и тепловые NO_x , уменьшая доступность кислорода в высокотемпературных областях пламени.

Ступенчатая подача воздуха создает более низкие температуры на начальной стадии обогащения топливом, чем в пламени с избытком воздуха, за счет ограничения скорости реакций горения из-за низкой доступности кислорода. Как следствие, ступенчатая подача воздуха является эффективным средством снижения тепловых выбросов NO_x . Ступенчатая подача воздуха также широко используется для снижения содержания топливных NO_x , при этом было показано, что подача примерно 60 % стехиометрического количества воздуха на ступень обогащения топлива является оптимальным уровнем для принудительной реакции топливного азота с образованием молекулярного N_2 , а не NO .

Достигнутые экологические выгоды

Согласно данным завода LKAB (Швеция, 2009) снижение температуры вторичного воздуха оказывает заметное влияние на NO_x . При температуре вторичного воздуха 450 °C снижение составило 65 %, а при температуре вторичного воздуха 50 °C снижение составило 77 %.

Экологические показатели и эксплуатационные данные

Экспериментальная печь для сжигания на установках по производству окатышей с прямой решеткой, работающая при высоком коэффициенте избытка воздуха ($n \approx 5 - 6$) и высоких температурах воздуха для горения (900 – 1300 °C), сыграла важную роль в этих исследованиях по выбросам NO_x . В частности, были испытаны различные конфигурации сжигания, включая предварительную камеру сгорания, вторичный воздух, водомасляные смеси и газовое топливо. За исключением использования газового топлива, все эти конфигурации продемонстрировали значительное снижение выбросов NO_x по сравнению с текущим эталонным вариантом. С предкамерой сгорания и температурой вторичного воздуха 450 °C выбросы NO_x могут быть снижены примерно на 65 %. Выбросы NO_x могут быть снижены еще больше за счет более низкой температуры вторичного воздуха, но с более высокими затратами энергии

Кросс-медиа эффекты

Повышение культуры производства.

Технические соображения, касающиеся применимости

Первичные меры предотвращения выбросов азота общеприменимы.

Экономика

Невысокая стоимость по сравнению с известными методами очистки газов от NO_x .

Движущая сила внедрения

Требования экологического законодательства.

5.3.4. НДТ, направленные на сокращение и (или) предотвращение выбросов при проведении буровых работ в карьерах и шахтах

5.3.4.1. Позиционирование буровых станков в реальном времени с применением системы контроля параметров высокоточного бурения

Техническое описание

Комплекс буровых работ включает в себя: расчет и проектирование оптимальных параметров буровзрывных работ с учетом характеристик горных пород; расстановку буровых станков; бурение скважин. Бурение взрывных скважин осуществляется как станками производства ближнего зарубежья, так и высокотехнологичными буровыми станками импортного производства Atlas Copco: DML; DM-45.

Один из реальных путей устранения рисков выбросов пыли в атмосферу заключается в использовании систем точного управления и позиционирования буровых станков. В настоящее время известно применение спутникового (GPS/Глонасс) позиционирования буровых станков в карьере для повышения точности расположения взрывных скважин и более эффективного использования ВВ. Системы спутникового позиционирования с использованием информации о текущей глубине бурения, скорости бурения, давлении в гидросистеме позволяют получать информацию об энергоемкости бурения горного массива в различных точках скважин. Необходимую информацию бортовой компьютер бурового станка получает по радиоканалу из диспетчерского центра. Информация об энергоемкости бурения с отдельных скважин через систему спутникового позиционирования обрабатывается и суммируется в общую трехмерную карту трудности бурения для облегчения работы при расчете и закладке ВВ в скважины. Трудность бурения на такой карте отображается разными цветами, не измеряется в конкретных единицах, а отражает относительный энергетический показатель.

После выполнения бурения выполняется передача фактических координат скважин в режиме реального времени в системы планирования горных работ и имитационного моделирования взрывов для их дальнейшего использования при обчете параметров зарядов в скважинах и проектировании схем их коммутации.

Достигнутые экологические выгоды

Использование систем точного позиционирования и управления работой буровых станков в итоге обеспечивает:

снижение выбросов в атмосферу оксида азота N_2O_3 , диоксида азота NO_2 и пыли неорганической, в том числе наиболее опасной для окружающей среды мелкодисперсной;

снижение перерасхода ВВ, дизельного топлива и бурового инструмента за счет более быстрой установки станка на место бурения очередной скважины и сокращения

времени на переезды между скважинами, снижения количества скважин повторного бурения;

сокращение парка буровых станков для выполнения проектного объема бурения по карьере уменьшение объема образования отходов за счет снижения расхода долот и штанг на 1 метр бурения.

Экологические показатели и эксплуатационные данные

Учитывая, что бурение скважин является первоначальным этапом к подготовке взорванной горной массы, при эффективном управлении буровыми работами, в последствии достигаются следующие результаты – безопасность при массовом взрыве; качество подготовленной горной массы, выраженное в полученном гранулометрическом составе горной массы, влияющем в дальнейшем на производительность погрузочно-транспортного оборудования; снижение негативного воздействия на окружающую среду.

Данная система состоит из:

интеллектуальной панели, установленной в кабине бурового станка, служащей для отображения проекта на буровые работы (рисунок 5.15);

навигационного приемного оборудования;

датчиков определения осевого давления;

датчика определения скорости вращения;

датчиков определения угла наклона скважины;

наборов датчиков определения глубины бурения;

программного обеспечения для визуализации бурения.



Рисунок .. Оборудование, установленное в кабине бурового станка и интерфейс программы

Установленная система высокоточного позиционирования позволяет машинисту бурового станка с точностью определить местонахождение проектной скважины (погрешность до 10 см), произвести бурение в полном соответствии с проектом на буровые работы. Принимая во внимание возможность определения фактических координат устьев скважин, угла наклона скважин, а также положения скважин на уровне проектного горизонта, инженер по буровзрывным работам в режиме

трехмерного моделирования определяет фактическую линию сопротивления по подошве, минимальное расстояние между скважинами по подошве уступа, в связи, с чем производится расчет массы заряда ВВ исходя из условий: строгого соблюдения проектных решений; безопасного проведения взрывных работ (снижение разлета кусков породы и т.д.); качественного дробления массива; минимизации вредного влияния на окружающую среду.

Кросс–медиа эффекты

Капитальные затраты. Потребность в дополнительных объемах энергоресурсов.

Технические соображения, касающиеся применимости

Представленные методы (конструктивные и технические решения) являются общеприменимыми, и могут использоваться как по отдельности, так и в совокупности.

Экономика

В настоящее время системы точного позиционирования и управления карьерными буровыми станками в основном представлены продукцией компаний: ProVision® Drill компании Modular Mining Systems, Inc. (США), КОБУС® компании Blast Maker (Кыргызстан), mineAPS® Drill компании Wenco Mining Systems (Канада).

Широкое применение АСУ горнотранспортным комплексом, основанных на технологиях спутниковой навигации, обусловлено их высокой эффективностью, достигаемой за счет повышения производительности оборудования на 15 – 25 %, при этом срок возврата инвестиций составляет от нескольких месяцев до полутора лет.

Мировой опыт компании Modular Mining Systems, Inc. по оснащению парка буровых станков системами точного позиционирования и управления в сочетании с использованием современных компьютерных систем проектирования БВР и имитационного моделирования взрывов значительно повышает экономическую эффективность буровзрывных работ и на 15 % снижает уровень финансовых затрат на БВР. Уменьшает выход негабаритов на 0,2 – 0,4 %, увеличивает удельный выход горной массы с 1 п.м. скважины.

Движущая сила внедрения

Требования экологического законодательства.

Повышение производительности и эффективности использования бурового станка, оптимизация процессов БВР, экономия материальных ресурсов.

5.3.4.2. Внедрение методов снижения пылеобразования с применением технической воды и различных активных средств для связывания пыли

Техническое описание

Распространенными способами борьбы с пылью при работе станков механического бурения являются: мокрый метод – пылеподавление воздушно–водяной смесью; пылеподавление воздушно–эмульсионными смесями (ПАВ) и сухой метод – сухое пылеулавливание. В зависимости от условий работы и применяемого оборудования эти методы могут использоваться в разных вариантах. Но общие принципы снижения

запыленности, описанные в этом разделе, применимы для всех случаев бурения на карьерах, включая использование различных буровых установок.

Основным направлением снижения пылевыделения при работе станков шарошечного бурения в настоящее время является применение мокрых способов пылеподавления и пылеулавливающих установок, так как использование воды при пылеподавлении в технологическом процессе буровых работ самый эффективный и доступный способ снижения загрязнения атмосферного воздуха.

При сухом бурении снижение запыленности происходит без использования воды. Для улавливания пыли используют оборудование, находящееся на буровой установке у устья скважины. Такое оборудование может работать в разных климатических условиях, и оно эффективно при низкой температуре. Конструкция пылеулавливающего оборудования может быть разной, и она зависит от размера буровой установки.

Экологические показатели и эксплуатационные данные

Воздушно–водяная смесь на ставках образуется при подаче воды в поток сжатого воздуха и распылении ее на мелкие капли. В призабойном пространстве смесь создает факел из капель, которые сталкиваются с пылевыми частицами (рисунок 5.16). Вихреобразование повышает вероятность столкновения пылевых частиц с каплями воды. Смачивание и коагуляция пыли продолжаются при движении продуктов бурения по затрубному пространству. Шлам от устья удаляется воздушным потоком, создаваемым вентилятором, который устанавливается на станке на расстоянии 1,1 – 1,5 м от скважины. Частицы, смоченные водой, выпадают из потока и оседают на поверхности уступа на некотором расстоянии от устья скважины. Подача воды контролируется оператором буровой установки из кабины, и в некоторых кабинах ставят расходомер для определения оптимального расхода воды. Для повышения смачивающих свойств воды можно использовать добавки ПАВ, которые снижают поверхностное натяжение воды, улучшают ее смачивающую способность и диспергирование. Измерения показали, что это позволяет снизить концентрацию пыли на 96 %.



Рисунок .. Движение воздушно–водяной смеси при мокром методе пылеподавления

Для эффективного снижения запыленности нужно, чтобы оператор следил за подачей воды. Расход воды при этом способе небольшой – обычно $0,4 \div 7,6$ л/мин, но он зависит от типа долота, горно-геологических условий и уровня влажности буримых пород. Например, экспериментальные измерения показали, что при увеличении расхода воды с $0,8$ до $2,4$ л/мин происходит значительное снижение запыленности. Но после того, как в том конкретном случае проведения измерений, расход достиг $3,8$ л/мин, возникли новые проблемы: наконечник долота стал засоряться, и буровая коронка стала трудно вращать из-за того, что мокрый разрушенный материал стал слишком тяжелым для выдувания из скважины, и стал засорять пространство между долотом и стенками скважины. Таким образом, подача слишком большого количества воды создает дополнительные проблемы, происходит снижение стойкости шарошечного долота (до 50 %) вследствие повышенного износа подшипников. Расход воды, которую нужно подавать, зависит от типа бурового инструмента и от свойств разрушаемого материала.

На основе результатов измерений и наблюдений мокрого метода бурения, разработаны следующие рекомендации по его применению:

1) чтобы расход воды был близок к максимальному, оператор должен плавно увеличивать подачу воды до тех пор, пока не перестанет наблюдаться визуально заметный выброс пыли;

2) повышенная подача воды не приведет к значительному уменьшению запыленности, но скорее всего создаст эксплуатационные проблемы – ускоренное

разрушение наконечника долота (при использовании трехшарошечного долота), возможное "заедание" бурового инструмента. А подача меньшего количества воды уменьшит эффективность пылеподавления;

3) важно увеличивать подачу воды постепенно и с задержкой по времени (на тот период, который требуется для подъема воздушно–водяной смеси до устья скважины);

4) при бурении нужно непрерывно следить за расходом воды, чтобы ее подача была оптимальной для снижения запыленности, и чтобы не произошло засорения пространства между долотом, буровой штангой и скважиной;

5) используемая вода должно фильтроваться, чтобы грязь, содержащаяся в воде, не засорила систему мокрого пылеподавления;

6) при температуре воздуха, меньше 0 °С, во время бурения система должна подогреваться, а при (длительных) перерывах вода должна сливаться. В большинстве буровых установок расположение емкости с водой вблизи двигателя и гидравлической системы оказывается достаточно для того, чтобы предотвратить замерзание во время работы – за исключением очень низкой температуры воздуха. Когда бурение не проводится, вода должна сливаться.

Бурение шпуров и скважин с промывкой водой (так называемое мокрое бурение) пока основное средство пылеподавления при буровых работах в подземных условиях. При мокром пылеподавлении вода используется для удаления разрушенной породы из скважины. Для промывки шпуров и скважин при бурении применяют два способа: осевую и боковую подачу воды. На отечественных рудниках применяют преимущественно осевой способ. Осевой способ широко применяют на рудниках ЮАР, Австралии, Канады и т. д. На рисунке 5.17 показано, как вода подается через специальную водоподводящую трубку, расположенную по оси перфоратора, и затем поступает в канал буровой штанги. Выходя через отверстие в головке бура, вода омывает забой шпура и вытекает через канал скважины, унося разрушенную породу. Давление воды у перфораторов должно быть равно давлению воздуха, используемого для работы перфоратора, или на 0,5 – 1 ат ниже давления сжатого воздуха. Расход воды при бурении должен быть постоянным и составлять: для ручных перфораторов не менее 3 л/мин. Эффективность данного способа 86 – 97 % в зависимости от вида бурения и схемы расположения скважин. Исследования также показали, что закачивание в скважину тумана из капель воды, и закачивание пены также снижает концентрацию пыли на 91 – 96 %. Но небольшое относительное снижение концентрации пыли по сравнению с традиционным мокрым бурением с использованием воды не окупает увеличение затрат при использовании этих способов.



Рисунок .. Схема движения воды при мокром бурении скважин и шпуров ручными перфораторами

Сухое пылеулавливание предусматривают обычно в несколько стадий: улавливание крупной буровой мелочи; грубодисперсной и тонкодисперсной пыли (менее 10 мкм).

За время эксплуатации станков шарошечного и ударно–вращательного бурения было разработано несколько десятков одно–, двух–, трех– и четырехступенчатых пылеулавливающих установок, состоящих из узла отсоса запыленного воздуха от устья скважины (укрытия), пылеулавливающих аппаратов, вентилятора и системы воздухопроводов. По принципу улавливания пыли на последней ступени очистки они подразделяются на установки с гравитационным, инерционными, поглощающими и пористыми пылеуловителями. Пылеулавливающие установки могут включать как сухие, так и мокрые пылеуловители. На рисунке 5.18 показана типичная сухая пылеулавливающая система, используемая при бурении скважин различного диаметра. Пыль попадает в воздух при продувке скважины сжатым воздухом (для удаления разрушенной породы), который подается через полые буровые трубы к буровой коронке.

При нормальной работе разрушенная порода и пыль попадают в укрытие, которое закрывает место входа буровых труб в породу. А запыленный воздух удаляется из укрытия отсасывается и направляется в пылеуловитель. Вентиляционная система включает в себя вентилятор и рукавный фильтр, регенерация ткани в котором обычно осуществляется импульсной продувкой сжатым воздухом через определенные интервалы времени. При этом уловленная пыль сбрасывается в бункер пылеуловителя. Снижение концентрации пыли может достигать 95% при исправном состоянии и правильном использовании.

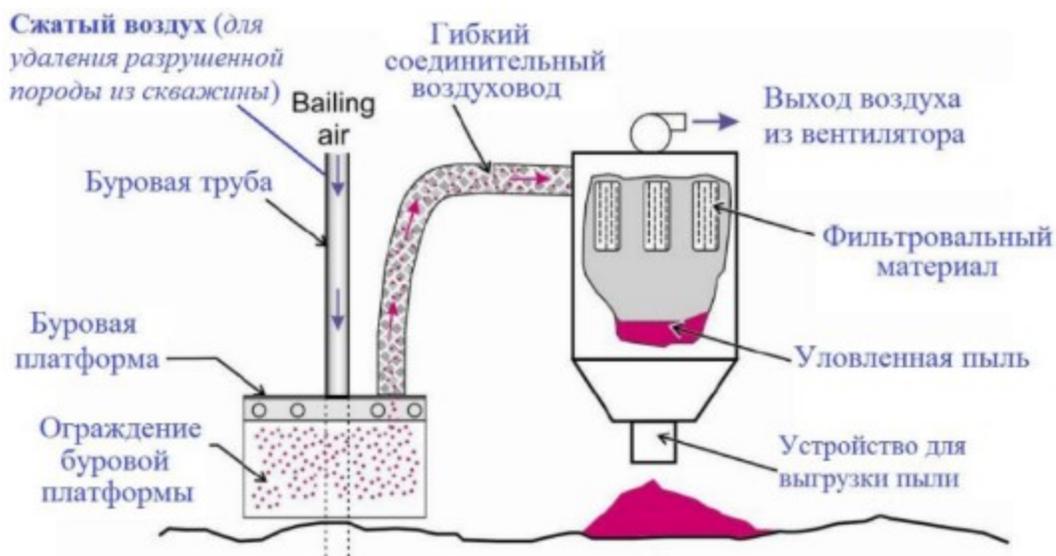


Рисунок .. Схема пылеулавливающей установки

Для предотвращения выбросов пыли необходимо обеспечить оптимальное отношение расходов воздуха – отсасываемого вентиляционной системой и сжатого, подаваемого для удаления разрушенной породы. Обычно отношение расходов отсасываемого воздуха к подаваемому сжатому составляет до 3:1. Но при работе фильтров при обычной запыленности чаще всего встречается отношение 2:1. Установлено, что наибольшее снижение концентрации пыли получается при увеличении отношения расходов с 2:1 до 3:1, а при увеличении до 4:1 концентрация пыли становится еще ниже.

Кросс–медиа эффекты

Необходимость дополнительного использования водных ресурсов.

Технические соображения, касающиеся применимости

Общеприменимо.

Экономика

В зависимости от применяемого метода в каждом конкретном случае.

Движущая сила внедрения

Требования экологического законодательства.

Снижение негативного влияния на окружающую среду.

5.3.4.3. Оснащение буровой техники средствами эффективного пылеподавления и пылеулавливания

Техническое описание

При бурении поверхностных скважин большого и среднего размера с помощью буровых установок на гусеничном ходу можно эффективно уменьшить запыленность воздуха с помощью горизонтальных полок, влияющих на движение воздуха в укрытии. Использование таких полок может позволить снизить запыленности у любой большой буровой установки, у которой минимальный размер укрытия не меньше 1,2 на 1,2 м.

Полки шириной 15 см устанавливают в укрытии по периметру ограждения. Они предназначены для уменьшения выноса пыли из укрытия во время работы буровой установки.

Достигнутые экологические выгоды

Оснащение буровой техники средствами эффективного пылеподавления и пылеулавливания позволяет снизить выбросы в атмосферу пыли неорганической, в том числе наиболее опасной для окружающей среды мелкодисперсной.

Экологические показатели и эксплуатационные данные

При бурении и использовании обычного ограждения воздух движется в нем так, как показано на рисунке 5.19 слева, и он определяется движением продувочного воздуха и влиянием вытяжки. Продувочный воздух движется (вверх) от отверстия скважины через среднюю часть ограждения (на уровне полок), сохраняя направление движения вдоль буровой трубы к нижней поверхности буровой платформы. У нижней поверхности буровой платформы за счет эффекта Коанда (струя текущей жидкости или газа склонна "прилипать" к поверхности, с которой они встретились). Струя загрязненного воздуха выходит из скважины, движется вверх до площадки буровой платформы, расходится в стороны веером по нижней стороне площадки буровой платформы, и по достижении ее краев движется вниз вдоль стенок ограждения. Все это движение происходит при большой скорости. Вынос пыли из укрытия в месте его контакта с поверхностью уступа происходит при столкновении потока воздуха с ней и последующего вытекания из укрытия через зазор между ограждением и землей.

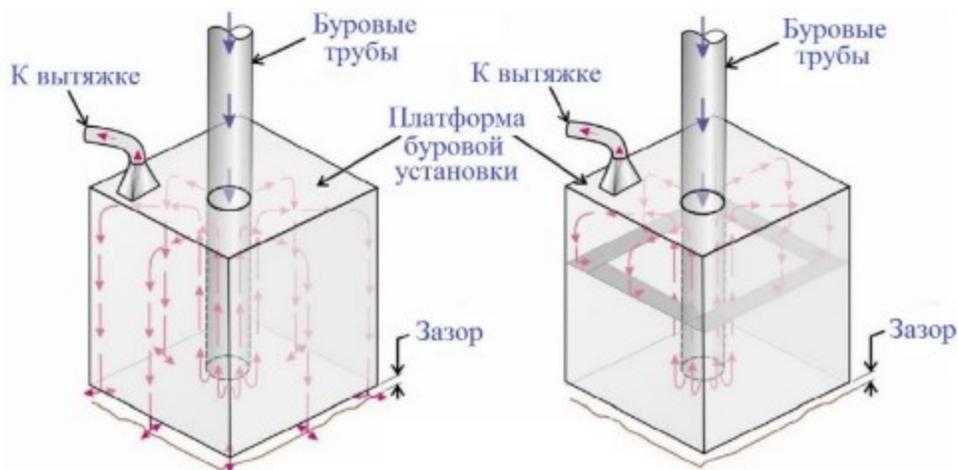


Рисунок .. Модель движения воздушно-пылевой смеси в укрытии при использовании полок

Полка шириной 15 см, установленная по периметру ограждения, нарушает (описанный выше) характер движения воздуха. Она перенаправляет поток воздуха к

центру укрытия так, что поток загрязненного воздуха не сталкивается с поверхностью земли (рисунок 5.20, справа). Такое изменение направления движения загрязненного воздуха уменьшает его вытекание из-под укрытия наружу.



Рисунок .. Отклоняющие пылевой поток полки в ограждении

На рисунке 5.20 показаны полки, установленные на буровой установке при проведении испытаний. Полки сделали из полос конвейерной ленты шириной 15 см, и закрепили болтами на металлических уголках размером 5 см. Эти уголки были прикреплены болтами к ограждению укрытия по его периметру. Для полной герметизации внутреннего пространства была добавлена дверца (кусок резины), закрывавшая отверстие для доступа к внутреннему пространству извне (дверца не показана). Полки установили примерно посередине (по вертикали) между верхней частью ограждения и поверхностью земли. Измерения в производственных условиях во время работы буровой установки показали, что при использовании данного способа концентрация пыли уменьшается на 66 – 81 %.

Кросс–медиа эффекты

Выгрузка уловленной пыли (из пылеуловителя) дает до 40 % от всей запыленности техники.

Технические соображения, касающиеся применимости

Общеприменимы.

Экономика

Трудозатраты на изготовление и установку полок ограждения.

Движущая сила внедрения

Требования экологического законодательства. Снижение выбросов неорганической пыли.

5.3.5. НДТ, направленные на сокращение и (или) предотвращение выбросов при проведении взрывных работ на карьерах и шахтах

Описание

Методы, техники или их совокупность для предотвращения неорганизованных выбросов при проведении взрывных работ.

Массовый взрыв на разрезе (карьере) является мощным периодическим источником выброса в атмосферу большого количества пыли и газов. Вредные примеси выделяются в атмосферу в виде пылегазового облака. Часть вредных газов (около одной трети) остается во взорванной горной массе и затем выделяется в атмосферу, загрязняя район взорванного блока и прилегающие к нему участки. Выделившаяся пыль, выпадая из пылегазового облака, оседает на уступах, на площадях около разреза (карьера) и в близлежащих поселках, являясь в дальнейшем источником пыления.

Техническое описание

Интенсивность пылегазообразования при ведении взрывных работ на карьерах и шахтах зависит от многих факторов, к основным из которых следует отнести физико-механические свойства горных пород и их обводненность, ассортимент применяемых ВВ, типы используемых забоечных материалов, методы взрывания (на подобранный откос уступа или в зажатой среде), время производства массового взрыва, метеоусловия на момент массового взрыва и др.

Большое влияние на выбор способов и средств пылеулавливания и пылеподавления оказывают свойства пыли: плотность частиц, их дисперсность, адгезионные свойства, сыпучесть пыли, смачиваемость, абразивность, гигроскопичность и растворимость частиц, электрические и электромагнитные свойства, способность пыли к самовозгоранию и образованию взрывоопасных смесей с воздухом.

Сокращение пылегазовыделения при взрывных работах осуществляется за счет технологических, организационных и инженерно-технических мероприятий.

К технологическим мероприятиям относятся:

- уменьшение количества взрывов путем укрупнения взрывных блоков;
- использование в качестве ВВ простейших и эмульсионных составов с нулевым или близким к нему кислородным балансом;
- частичное взрывание на "подпорную стенку" в зажиме.

К организационным мероприятиям относятся:

- внедрение компьютерных технологий моделирования и проектирования рациональных параметров буровзрывных работ;
- проведение взрывных работ в оптимальный временной период с учетом метеоусловий;
- использование рациональных типов забоечных материалов, конструкций скважинных зарядов и схем инициирования.

Инженерно-техническими мероприятиями являются:

- орошение взрываемого блока и зоны выпадения пыли из пылегазового облака водой, пылесмачивающими добавками и экологически безопасными реагентами;
- применение установок локализации пыли и пылегазового облака;
- применение технологий гидрообеспыливания (гидрозабойка взрывных скважин и шпуров, укладка над скважинами емкостей с водой);

проветривание горных выработок;
использование зарядных машин с датчиками контроля подачи ВВ;
использование естественной обводненности горных пород и взрывааемых скважин;
использование неэлектрических систем инициирования для ведения взрывных работ в подземных условиях.

Достигнутые экологические выгоды

Использование перечисленных техник, как по отдельности, так и в совокупности позволяет достигнуть значительного снижения выбросов в атмосферу пыли неорганической и уменьшить объемы выбросов оксида азота N_2O_3 , диоксида азота NO_2 и оксида углерода CO , снизить перерасход ВВ, дизельного топлива и бурового инструмента, уменьшить объем образования отходов.

Экологические показатели и эксплуатационные данные

К технологическим мероприятиям относят способы управления действием взрыва. Высокая интенсивность пылегазообразования при взрывных работах обусловлена тем, что энергия ВВ, как правило, расходуется нерационально. При обычном взрывании лишь 6 – 7 % потенциальной энергии ВВ расходуется на отрыв и дробление горной массы. Отмечается сильное проявление бризантного действия ВВ, сопровождающееся глубоким дисперсионным изменением больших по размерам зон разрушаемого массива, которые являются мощными очагами пылеобразования. Недоиспользование энергии взрыва сопровождается неполным сгоранием ВВ и, как следствие, образованием большого объема газов. Сущность управления действием взрыва сводится к увеличению используемой доли потенциальной энергии взрыва ВВ. Эта цель достигается: увеличением времени действия на массив и направлением сил взрыва на выполнение полезной работы. К этим мероприятиям относят:

уменьшение количества взрывов путем укрупнения взрывных блоков, например, за счет взрывания высоких уступов (от 30 м и более), что способствует уменьшению в 1,25 раза высоты пылегазового облака и уменьшению образования оксидов азота. Впервые взрывание высоких уступов в зажатой среде в условиях железорудных карьеров Кривбасса (Украина) было осуществлено на ЦГОКе и ЮГОКе. Впоследствии оно было внедрено и на других ГОКах бассейна. Переход на взрывание высоких уступов, как показала практика расконсервации юго-западного борта карьера "Мурунтау", ведет к уменьшению на 15 – 20 % количества оксидов азота, выбрасываемых в атмосферу. Увеличение в этом случае степени полезного использования энергии взрыва способствует уменьшению зоны переизмельчения (пластических деформаций) и, как следствие, снижению высоты пылегазового облака, т.е. количества выбрасываемой пыли. Высота подъема пылегазового облака зафиксирована в 1,2 раза меньшей по сравнению с методом взрывания 10 – 15-метровыми уступами. Концентрация пыли в атмосфере карьера при взрывании 10 – 15-

метровыми уступами составила 3300 мг/м³, а при взрывании тех же пород 20 – 30-ступями концентрация пыли снизилась в 1,3 – 1,4 раза;

применение ВВ с кислородным балансом с нулевым или близким к нему кислородным балансом (граммонит, игданит и др.), что будет способствовать уменьшению (до 2 – 9 раз) количества образующихся вредных газов при взрывах в любых горнотехнических условиях. В частности, экспериментальными замерами установлено, что при взрывании простейших (игданит и т.п.) и эмульсионных ВВ происходит значительно меньшее загрязнение окружающей среды, чем при взрывании промышленных тротилосодержащих ВВ. Так, например, при взрыве 1 кг гранулолола в атмосферу карьера выделяется порядка 200 л, а при взрыве 1 кг граммонита 79/21 – порядка 100 – 140 л ядовитых газов в пересчете на условную окись углерода. Аналогичным образом объем ядовитых газов при взрывании простейших и эмульсионных ВВ оказывается значительно меньшим и составляет 30 – 50 л/кг;

взрывание на необрунную горную массу, т.е. на подпорную стенку из ранее разрушенной горной массы. При взрывании в зажатой среде процесс трещинообразования происходит более равномерно по всему массиву, так как трещины, расположенные вблизи заряда, полностью не раскрываются и практически не препятствуют распространению поля напряжений к удаленным точкам.

Ширина подпорной стенки должна быть не менее 20 м. При ширине подпорной стенки до 20 – 30 м резко сокращается или вообще не образуется вторичное пылегазовое облако (отсутствие пылевыведения со стороны развала) и на 2 – 3 ч после взрыва на нижней отметке взорванного уступа сокращается время снижения концентрации СО до предельно допустимого уровня.

Таблица .. Влияние подпорной стенки на показатели взрывания пород

№ п/п	Крепость пород, f	Ширина подпорной, м	Ширина развала, м	Процентное содержание фракций с размером куска, мм		
				< 200	201 – 400	400 > 400
1	2	3	4	5	6	7
1	13 – 15	0	35 – 40	66,0	13,3	20,7
		15 – 20	17 – 19,5	70,5	19,8	9,7
2	12 – 14	20 – 30	6 – 15	72,1	18,3	9,6
3	10 – 12	30 – 35	0 – 5	75,3	16,5	8,2

В условиях одного из самых крупных в мире золоторудных карьеров "Мурунтау" были проведены экспериментальные взрывы по установлению влияния условий взрывания (в зажатой среде и на свободную поверхность уступа) на объем пылегазового облака. Для фиксации процесса формирования облака во времени была использована скоростная киносъемка.

Взрываемые породы были представлены кварцево-сланцевыми сланцами крепостью $f=9 - 10$. Половина блока взрывалась на подобранный забой, другая часть – на подпор из ранее взорванной горной массы. Объем экспериментального блока составил 115 тыс. м³, сетка скважин – 7x7 м, средняя высота уступа – 10,5 м, перебур – 2 м, в качестве ВВ применялся гранулит С-6М. Схема взрывания – диагональная с интервалом замедления между рядами – 35 мс.

Расшифровка данных кинограмм показала, что формирование пылегазового облака на участке блока с подобранным забоем уступа закончилось к 5-й секунде. При этом формирование облака наблюдается не только за счет выбросов из верхней части площадки уступа, но и за счет взметывания пыли с нижнего горизонта под действием газов взрыва, прорвавшихся из откоса уступа и формирования развала из пород бокового откоса уступа. Высота подъема пылегазового облака в этом случае составила 320 м, его объем – 3,8 млн м³. На участке взрываемого блока в зажатой среде формирование облака закончилось за 3 с., высота его подъема была равна 280 м, а объем – 2,6 млн м³. Снижение объема пылегазового облака произошло за счет отсутствия выбросов пыли из боковой поверхности уступа, а также падений кусков породы на его нижнюю площадку.

При взрывании в зажатой среде уступов различной высоты данными скоростной киносъемки установлено отсутствие пылеобразования, как правило, в направлении формирования развала взорванных пород, что снижает объем пылегазового облака на 30 – 35 %.

Экспериментальными замерами установлено, что концентрация пылевидных частиц в момент массового взрыва изменяется во времени следующим образом: в начальный момент взрыва на карьере достигает значений – 2500 мг/м³, через 30 мин – 850 мг/м³. Содержание пылевых частиц размером до 1,4 мкм на расстоянии до 100 м от взрываемого блока составляет 56 %, а размером более 60 мкм – только 2,3 %. На расстоянии 500 м от взрываемого блока содержание частиц пыли до 1,4 мкм составляет более 84 %, а частиц крупнее 60 мкм – 0,3 %. Это обусловлено тем, что под действием сил гравитации крупные фракции из облака осаждаются на поверхность уступа в более ближней от места взрыва зоне.

Организационные мероприятия включают:

внедрение компьютерных технологий моделирования и проектирования рациональных параметров буровзрывных работ (см. 5.5.1.1.)

Данные программные комплексы позволяют решать следующие задачи:

- 1) проектирование буровзрывных работ, включающее в себя расчет необходимых параметров БВР (массы скважинного заряда, конструкции заряда, расстояния между скважинами в ряду и рядами скважин и т. д.);
- 2) прогнозировать траекторию разлета и развала горной массы;

3) прогнозировать гранулометрический состав взорванной горной массы при проектировании, сравнивать с фактическим результатом, и производить дальнейшую корректировку параметров БВР;

4) прогнозировать скорость смещения грунта в основании охраняемых объектов;

5) производить расчет безопасных расстояний.

Перенос времени взрыва на период максимальной ветровой активности (например, для карьеров Кривбасса это 12 – 13 ч), что способствует сокращению времени проветривания карьеров на 15 – 20 %. Практика показывает, что производство массового взрыва в карьере предпочтительно производить в период максимальной ветровой активности. Для условий карьера "Мурунтау" этот период приходится на временной промежуток между 12 – 13 часами дня. Однако по технологическим условиям, ограничениям и производственной необходимости время выполнения взрывных работ в карьере назначено на 16 часов. В связи с этим использование только этого резерва должно уменьшить по предварительным подсчетам запыленность атмосферы карьера после производства массовых взрывов в среднем на 15 – 20 %. Рассеивание же пылегазового облака при этом нужно осуществлять вентиляционными установками, создающими свободные водовоздушные струи, которые обеспечивают интенсификацию процесса газовыделения с одновременным подавлением пыли.

Использование забоечного материала с минимальным удельным пылеобразованием (например, замена шламов хвостохранилищ, буровой мелочи и т. п. на мелкую щебенку или песчаноглинистую забойку, что способствует сокращению пылевыведения). Использование инертной забойки скважин не менее 16 %. Добавка различных нейтрализаторов в забоечный материал. К ним относится известь-пушонка и неочищенная соль, обеспечивающие снижение образования ядовитых газов.

Инженерно-технические мероприятия включают:

для связывания пылевидных частиц предлагается производить обработку поверхности взрываемого блока химическими реагентами (спиртовая барда, растворы поверхностно-активных веществ и др.) и орошение зоны выпадания пыли из пылегазового облака водой или пылесмачивающими добавками из расчета 10 л воды на 1 м² площади орошения. В этом случае на поверхности блока образовывается "корка" толщиной 20 – 30 мм, которая коагулирует пылевидные частицы и, тем самым, предотвращает их попадание в атмосферу при взрыве. Эти данные подтверждаются данными киносъемок и замерами концентрации пыли после производства взрывов на карьере "Мурунтау". В частности, уменьшается на 25 – 30 % выброс пыли в атмосферу карьера, на 15 – 20 % снижается высота подъема пылегазового облака. Зону орошения рекомендуется устраивать на расстоянии 50 – 60 м от границы взрываемого блока. Более точно расстояние от границы взрываемого блока (м), на котором выделяется пыль за счет взметывания ударной волной, находится расчетным способом. Кроме

орошения водой взрывае́мый блок и прилегающие к нему участки покрывают пеной с использованием пеногенераторов. Толщина слоя пены на горизонтальных поверхностях составляет около 1 м на откосах 0,4 – 0,6 м;

подавление пыли, выделившейся в атмосферу от карьера с пылегазовым облаком, можно осуществить с помощью гидрозавес, создаваемых вентиляторами-оросителями, дальнеструйных установок, установок импульсного дождевания и др. установок пылеподавления. Этот способ заключается в том, что в воздушную струю, создаваемую установками искусственного проветривания, вводится вода, которая воздушным потоком разбивается на мелкие капли. При этом создается как бы объемный фильтр, в котором мелкие капли воды, соударяясь с витающими в воздухе пылинками, утяжеляют последние и падают вместе с ними на взорванную горную массу или площадки и откосы карьера. Воздушное пространство обрабатывают до взрыва, в момент и после взрыва. Эксперименты в промышленных условиях показали, что благодаря предварительной обработке воздуха над местом массового взрыва образуется зона инверсии, которая препятствует выходу пылегазового облака за пределы карьера. При последующей работе вентиляторов-оросителей в течение 35 – 40 мин возможно полностью устранить опасное загрязнение пылью. Эффективность пылеподавления при использовании достигает 70 – 80 %.

Наряду с орошением осуществляется местное искусственное проветривание участков, прилегающих к взорванному блоку, что позволяет помимо пыли снизить концентрацию вредных газов, скопившихся в застойных зонах. Сокращение времени проветривания взорванных блоков возможно при интенсификации процесса газовыделения из развала горной массы. Для этого следует осуществить полив горной массы через 1 – 2 ч после взрыва с расходом 50 л/м^3 (кроме руд и пород с примесью глинистых частиц). Полив горной массы позволяет интенсифицировать процесс газовыделения на 25 – 40 %.

Пылеподавление взвешенной в атмосфере горных выработок пыли осуществляют путем орошения водой и различными растворами с использованием различных технических средств: вентиляторов-оросителей, гидроионаторов, передвижных оросительных установок на пневмо- и рельсовом ходу. Также пылеподавление в рудничной атмосфере шахты, можно осуществить использованием генератора водяного тумана для снижения запыленности в забое при проведении взрывных работ. Использование такого способа показано на рисунке 5.21. Для работы генератора тумана используют сжатый воздух и воду, пропуская их через сопло. Форсунка устанавливается на расстоянии около 30 м от забоя, и подача тумана начинается перед взрывом, а прекращается через 20 – 30 минут после взрыва. Данный способ позволяет достаточно эффективно снижать концентрацию пыли в подземных условиях.

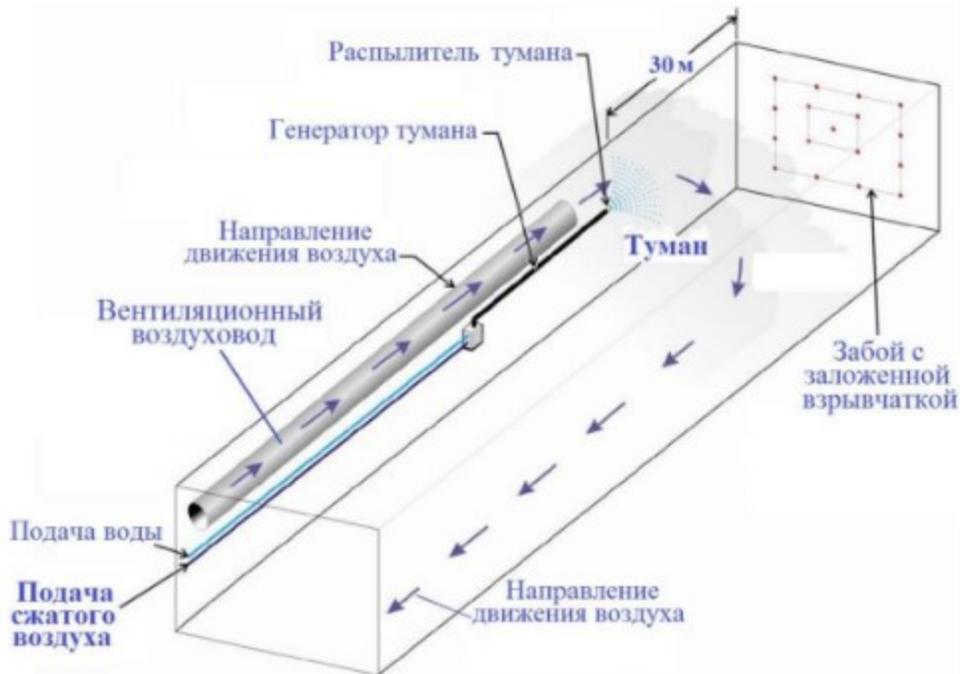


Рисунок .. Генератор тумана, используемый для снижения пыли в забое

Другой способ уменьшения запыленности при проведении подземных взрывов, который стал использоваться позднее других – фильтрация загрязненного воздуха, удаляемого вентиляцией (рисунок 5.22).

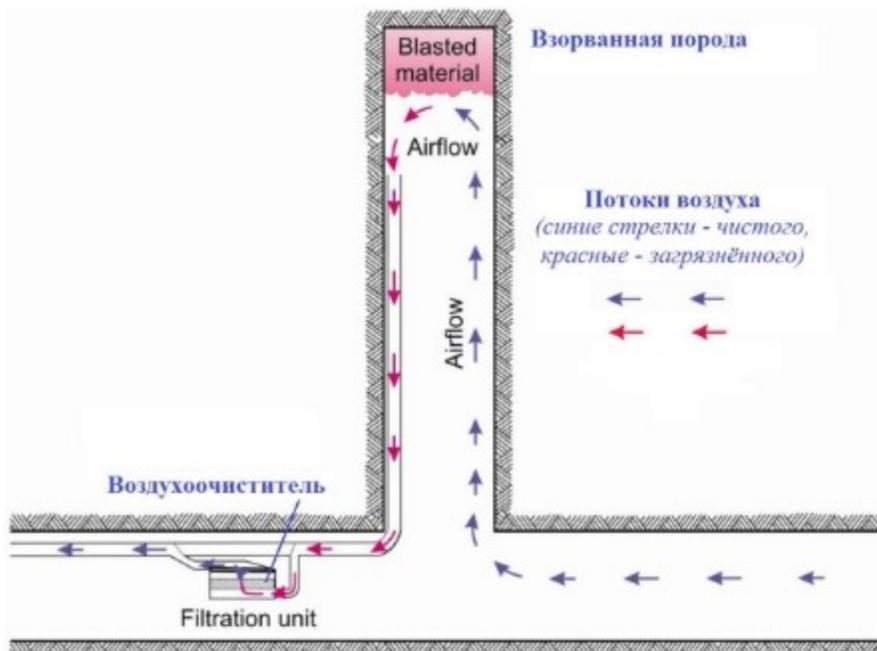


Рисунок .. Воздухоочистительная установка, размещенная на сопряжении у устья выработки по ходу вентиляционной струи

Одна из таких вентиляционных установок, используемых на подземном руднике в ЮАР, включает в себя противоаэрозольный фильтр (для улавливания пыли) и слой

сорбента из вермикулита, обработанного карбонатом натрия и калия (для улавливания соединений азота) [Cummins and Given 1973].

На рисунке 5.23. показан другой метод. Фильтры располагаются вне вентиляционной системы, на расстоянии 30 м от груди забоя и форсунка распыляет воду на них (направление распыления совпадает с направлением движения воздуха). Эти фильтры используются только во время взрыва, и диаметр воздуховода, в котором они располагаются, примерно в 2 раза больше диаметра вентиляционной трубы системы [ILO 1965]. Сравнительно недавно для тех же целей стали использовать сухие фильтры.

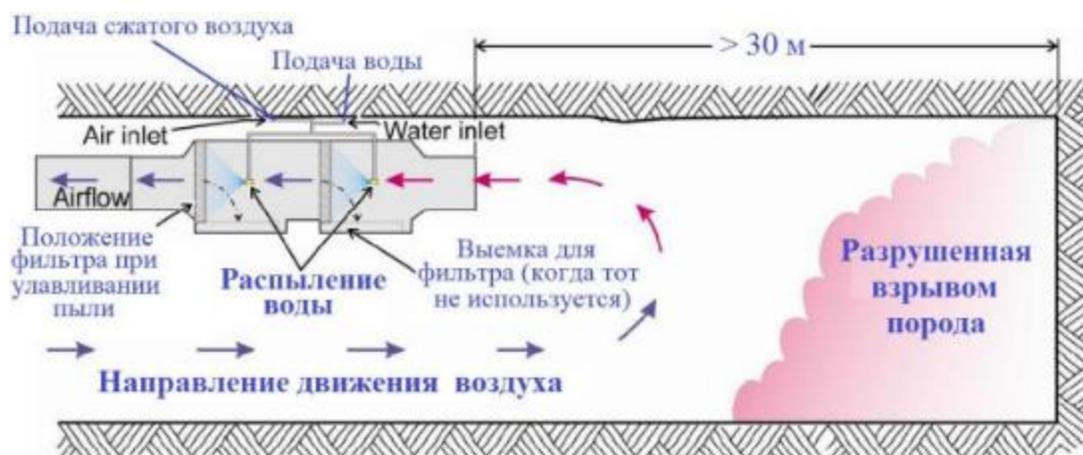


Рисунок .. Воздухоочистительная установка, размещенная в забое выработки

Применение водяной забойки (гидрозабойки) включает три разновидности: внешнюю, внутреннюю и комбинированную.

1. Процесс выполнения внешней гидрозабойки включает размещение над устьями скважин полиэтиленовых рукавов с водой диаметром 900 мм и более. Толщина полиэтиленовой пленки должна быть не менее 0,1 мм. Наполнение рукавов водой осуществляется с помощью поливочной машины, оборудованной гидронасосом. Высота слоя воды в уложенном рукаве составляет 200 – 230 мм. Каждая емкость взрывается специальным зарядом на несколько миллисекунд раньше основного заряда. При расходе воды 0,001 – 0,0015 горной массы концентрация пыли в пылегазовом облаке сокращается на 20 – 30 %, а количество образующихся окислов азота уменьшается в 1,5 – 2 раза.

2. Внутренняя гидрозабойка скважин представляет собой полиэтиленовый рукав, диаметр которого на 15 мм больше, чем диаметр скважины и длиной на всю ее неактивную часть. Такая конструкция позволяет снизить боковые напряжения на полиэтиленовый рукав. Толщина полиэтиленовой пленки должна быть не менее 0,2 мм. Для большей надежности следует применять полиэтиленовую пленку толщиной до 0,4 мм. Расход воды 0,0009 – 0,001 м³/м³ горной массы. Внутренняя водяная забойка

шпуров осуществляется помещением в них специальных ампул, наполненных водой или гелем (рисунок 5.24). При подземной добыче использование таких емкостей уменьшает концентрацию пыли на 40 – 60 %.

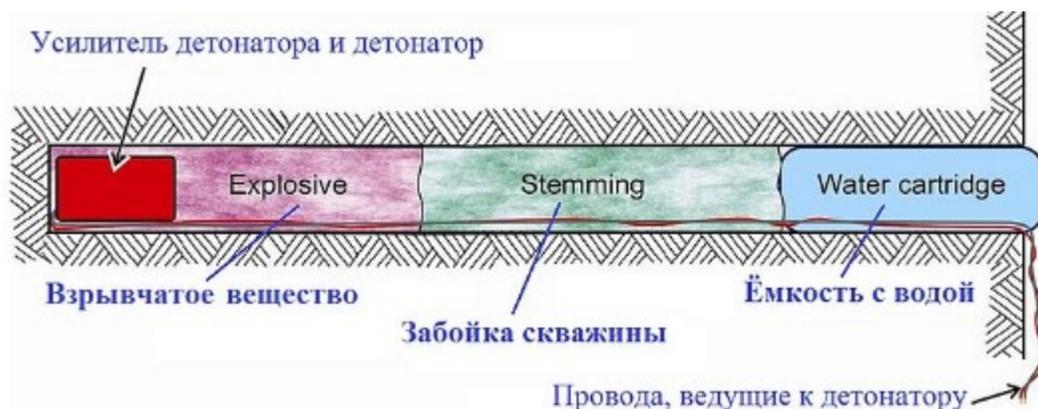


Рисунок .. Типичная скважина, подготовленная к проведению взрыва

3. Комбинированная гидрозабойка представляет объединение внешней и внутренней гидрозабойки скважин.

Эффективность гидрообеспыливания при взрыве заряда массой до 300 кг с помощью внешней гидрозабойки – 53 % (удельный расход воды 1,38 кг/м³ горной массы), внутренней – 84,7 % (удельный расход воды 0,78 кг/м³), комбинированной – 89,4 % (удельный расход воды 1,04 кг/м³). При взрыве зарядов массой 450 – 620 кг эффективность внутренней гидрозабойки составляет 50,4 % (расход воды 0,46 кг/м³).

Сокращение пылевыделения в процессе взрыва возможно также за счет применения гидрогеля для внутренней гидрозабойки скважин (рекомендации Криворожского горнорудного института). Гидрогель включает: аммиачную селитру – 4 %, жидкое стекло – 8 %; синтетические жирные кислоты – 2 %, воду – 86 %. Для получения гидрогеля используется специальная установка. С целью повышения эффективности пылегазоподавления, снижения стоимости гидрогеля и предотвращения взаимодействия его с ВВ, в состав гидрогеля вводятся добавки минеральных солей, смыленных синтетических жирных кислот и парафина. Гидрогель изготавливают на специальном заправочном пункте или непосредственно в баках машины, предназначенной для заполнения скважин гидрогелем. Заправочный пункт – это стационарное сооружение, состоящее из двух бункеров с дозаторами и устройствами для подачи воды и гелеобразующих компонентов. Эффективность гидрогелевой забойки при ее высоте 2 – 4 м достигает 34 – 54 %.

В зимний период следует применять в качестве гидрозабойки водные растворы солей NaCl и CaCl₂. В таблице 5.3 приведены рекомендации по расходу этих солей.

Таблица .. Расход солей для гидрозабойки при отрицательных температурах воздуха

--	--	--

№ п/п	Соль	Количество соли (г) на 1 кг воды, для температур, °С							
		-5	-10	-15	-20	-25	-30	-40	-50
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	NaCl	84	160	230	390	–	–	–	–
2	CaCl ₂	100	170	220	271	310	340	380	415

Применение гидрозабойки затруднено в период отрицательных температур. В этих условиях возможно в качестве забоечного материала использовать снежно–ледяную забойку.

Наиболее распространенный способ уменьшения концентрации пыли и газов в шахтах при проведении взрывных работ – их рассеивание и удаление вентиляционной струей, или их разубоживание в рудничной атмосфере. При производстве подземных горных работ и выдаче воздуха вентиляционным стволом на частицах пыли конденсируется влага, что способствует при движении газопылевого потока укрупнению частиц пыли и ее осаждению. Особенно сильно такое обеспыливание происходит при снижении температуры воздуха, когда на частицах пыли происходит конденсация паров воды с дальнейшей их коагуляцией и осаждением в центробежном циклоне. В процессе прохождения струи воздуха на подъем по стволу температура воздуха снижается на 0,9 °С при каждых 100 м. Соответственно, относительная влажность растет, в стволе возникает точка росы, и влага (каплями и туманом) захватывает пыль, копулирует ее. Увеличиваясь в массе, аэрозоль выпадает в зумпф, откуда по системе водоотлива удаляется из рудника. Таким образом наибольшим пылеочистным эффектом будет обладать глубокий ствол или шурф при высокой скорости воздуха и высоком влагосодержании воздуха (содержании как водяных паров, так и капельножидкой влаги). Пыль целиком локализуется внутри общешахтного пространства. Объясняется этот процесс адиабатическим расширением объема воздуха при выходе из глубины на дневную поверхность.

В настоящее время для механизации и оптимизации взрывных работ широко применяются смесительно-зарядные машины, предназначенные для отдельной транспортировки к местам производства взрывных работ невзрывчатых компонентов (эмульсии, аммиачной селитры, дизельного топлива и газогенерирующей добавки, загружаемых на заводе изготовления эмульсии или на стационарном пункте), изготовления из них в месте производства взрывов (карьеры, стройплощадки) промышленных ВВ и механизированного заряжения ими сухих и обводненных скважин диаметром не менее 90 мм при температуре окружающей среды от –40 °С до +40 °С. После опускания зарядного шланга в скважину включаются насосы, дозирующие эмульсию и газогенерирующую добавку, перемешивание которых осуществляется при прохождении через статический смеситель. Далее поток через барабан шлангоизвлекателя направляется по зарядному шлангу в скважину. При этом

для снижения сопротивления перемещению ЭВВ по зарядному шлангу после статического смесителя перед входом в барабан в тракт подачи при помощи насоса впрыскивается раствор водяного орошения (или горячая вода), выполняющий роль смазки. Для обеспечения сплошности колонки заряда необходимо синхронизировать производительность эмульсионного насоса, подающего ЭВВ в скважину, и скорость подъема зарядного шланга. При изготовлении в смесительно-зарядных машин смесевых ЭВВ в шнек, дозирующий аммиачную селитру, при помощи насоса через форсунки подается дизельное топливо, после чего АСДТ в смесительном шнеке перемешивается с эмульсией, вышедшей из статического смесителя. Смесь АСДТ либо закачивается при помощи насоса в скважину по зарядному шлангу "под столб воды", либо подается в нее сверху при помощи подающего шнека.

На рынке присутствуют смесительно-зарядные машины различного типа, изготовленные как зарубежными компаниями ("Дино Нобель", ETI, MSI), так и российскими производителями (КНИИМ, НИПИГОРМАШ, ЗАО "Нитро Сибирь" и Белгородский завод сельскохозяйственного машиностроения). Эти машины работают на предприятиях АО "ССГПО", на угольных разрезах центрального и южного Кузбасса, в карьерах ОАО "Ураласбест", ОАО "Апатит", ГУП "Якутуголь", на Лебединском, Качканарском, Ковдорском ГОКах и других горных предприятиях.

Еще одна из техник состоит в применении системы устройств и методов передачи неэлектрического иницирующего импульса от первичного инициатора через ударно-волновую трубку к промежуточному неэлектрическому детонатору. Неэлектрические системы иницирования в сравнении с традиционными обусловлены более высокой надежностью, безопасностью и позволяют создавать схемы короткозамедленного взрывания зарядов с высокими возможностями управления энергией взрыва.

Несмотря на то, что настоящая техника не имеет прямого экологического эффекта, она является наилучшей доступной технологией ведения горных работ и обеспечивает стабильную и надежную работу, снижая тем самым риск возникновения штатных и аварийных ситуаций, последствия которых самым неблагоприятным способом сказываются на окружающей среде.

Технические соображения, касающиеся применимости

Значительная часть техник общеприменима, внедрена и широко применяется практически на всех горнодобывающих предприятиях Республики Казахстан. Могут использоваться как по отдельности, так и в совокупности. Масштабность и эффективность способов борьбы с пылевыделением связана с обеспечением ритмичной поставки необходимых жидкостей и химических реагентов на объект, а также наличием механизированных средств обработки поверхности взрывааемых блоков.

Гидрообеспыливание не применимо для процессов, в которых используются руды/концентраты, содержащие достаточное количество естественной влаги, чтобы

предотвратить пылеобразование. Применение также ограничено в период отрицательных температур.

Пылеподавление растворами ПАВ, полимерными веществами, эмульсиями и другими химическими реагентами, создающими на поверхности материала корку, определяется экономической целесообразностью.

Экономика

В зависимости от применяемого метода в каждом конкретном случае. Большая часть техник не требует существенных капитальных вложений и носят организационный характер.

Движущая сила внедрения

Требования экологического законодательства. Снижение выбросов неорганической пыли.

5.3.6. НДТ, направленные на сокращение и (или) предотвращение неорганизованных выбросов при транспортировке, погрузочно-разгрузочных операциях

Описание

Методы или совокупность методов, применяемых для предотвращения неорганизованных выбросов в атмосферу при транспортировке сырья, а также погрузочно-разгрузочных операциях.

Техническое описание

К мерам, применяемым по предотвращению загрязнения окружающей среды при выемочно-погрузочных работах, транспортировке/перемещении сырья и материалов, относятся:

- оборудование эффективными системами пылеулавливания, вытяжным и фильтрующим оборудованием для предотвращения выбросов пыли в местах разгрузки, перегрузки, транспортировки и обработки пылящих материалов;

- применение предварительного увлажнения горной массы, орошение технической водой, искусственное проветривание экскаваторных забоев;

- применение стационарных и передвижных гидромониторно-насосных установок, на колесном и рельсовом ходу;

- применение различных оросительных устройств для разбрызгивания воды в зоне стрелы и черпания ковша экскаватора;

- организация процесса перевалки пылеобразующих материалов;

- пылеподавление автомобильных дорог путем полива технической водой;

- применение различных ПАВ для связывания пыли в процессе пылеподавления забоев и карьерных автодорог;

- укрытие железнодорожных вагонов и кузовов автотранспорта;

- применение устройства и установки для выравнивания и уплотнения верхнего слоя грузов при транспортировке в железнодорожных вагонах и др.;

очистка автотранспортных средств (мойка кузова, колес), используемых для транспортировки пылящих материалов;

применение различных видов и типов конвейерного и пневматического транспорта для перевозки горной массы;

проведение замеров дымности и токсичности автотранспорта и контрольно-регулирующих работ топливной аппаратуры;

применение каталитических технологий очистки выхлопных газов ДВС.

Достигнутые экологические выгоды

Использование перечисленных техник позволяет достигнуть значительного снижения выбросов в атмосферу пыли неорганической и уменьшить объемы выбросов оксидов азота NO_x и оксида углерода CO .

Экологические показатели и эксплуатационные данные

Для предупреждения пылевыведения на автодорогах и подавления пыли применяют следующие способы: орошение дорог водой; орошение растворами гигроскопических солей; обработку поверхности дорог различными эмульсиями. Пылеподавление водой является одним из наиболее распространенных мероприятий по снижению пылевой нагрузки на горнодобывающих предприятиях. Эффективность пылеподавления водой оросителями в зависимости от ветроустойчивости покрытия достигает до 95 %.

Обработка карьерных автодорог пылеподавляющими веществами заключается в подготовке полотна дороги и поверхностной его обработке. Бульдозером или автогрейдером производится уборка просыпей горной массы и выравнивание полотна дороги. Затем рыхлителями разрушается верхний укатанный слой покрытия на глубину 4 – 5 см. После этого обрабатывается пылеподавляющим веществом, которое наносится из перфорированной трубы поливочной машины самотеком во избежание образования в воздухе аэрозоля этого вещества. Расход пылеподавляющего вещества при первичной обработке 2,0 – 5,0 л/м², при последующих обработках – 1,2 – 2,5 л/м². Наиболее часто для полива автодорог используются поливочные машины на базе БелАЗ, КамАЗ. Забор воды на пылеподавление осуществляется из зумпфов-отстойников, находящихся внутри разреза и временного зумпфа – накопителя, расположенного на поверхности.

Мокрый способ рекомендуется применять в теплое время года с помощью поливочных машин, работающих в режиме мойки. На участках постоянных технологических автодорог со значительным водопритокком рекомендуется использовать стационарный оросительный водопровод с автоматическим управлением электрозадвижками подачи воды.

Сухой способ очистки дорог применяется в районах ограничения применения воды и в холодный период года. Очистка производится легкими или средними бульдозерами, автогрейдерами, универсальными фрезерными погрузчиками или снегопогрузчиками с

лаповыми питателями. Уборку пыли на автодорогах с жесткими и промерзшими покрытиями рекомендуется производить подметально-уборочными машинами.

В зимнее время при отсутствии обычного снега возможно снижение запыленности с использованием искусственного снега, образуемого с помощью снегогенераторов. Пылеподавление искусственным снегом может осуществляться как путем воздействия на взвешенную в воздухе пыль, так и путем экранирования разрыхленной горной массы посредством покрытия ее снегом перед экскавацией и погрузкой. Применение такой установки снижает запыленность воздуха в рабочей зоне экскаватора типа ЭКГ-8И на 96,5 %.

Для уменьшения пылеобразования на автодорогах с твердым покрытием необходимо своевременно убирать просыпи горной массы дороги, а также своевременно производить ее очистку от грязи, используя для этого поливочные и уборочные машины с металлическими щетками.

Для борьбы с пылеобразованием при использовании железнодорожного транспорта применяют закрепление поверхности транспортируемой горной массы пылесвязующими материалами, укрытие пленкой, а также увлажнение водой поверхностного слоя транспортируемого материала.

Переход на конвейерный транспорт позволит снизить неорганизованные выбросы перегрузочных пунктов, уменьшив их количество или вообще исключив, позволит снизить количество одновременно работающей погрузочной техники, снизить количество технологических поездов и эксплуатационные затраты на транспортировку горной массы. Применение данной технологии может позволить:

снизить эксплуатационные затраты при транспортировке 1 тонн горной массы на 1 км более чем на 25 %;

сократить себестоимость железорудного концентрата на 18 %;

увеличить объемы перевозимой горной массы при снижении количества единиц техники;

сократить объемы образования отходов (вскрыши) на 50 %;

сократить объемы выбросов пыли на 33 %.



Рисунок .. Конвейера транспортировки руды комплекса ЦПТ слева АО " Михайловский ГОК" и справа АО "Лебединский ГОК"

При конвейерном транспорте для предотвращения сдувания пыли воздушными потоками с поверхности транспортируемого материала применяют различные укрытия конвейеров, которые полностью закрывают рабочую и холостую ветви конвейера. Сокращение пылевыделения с холостой ветви конвейера осуществляют путем очистки ленты от налипшего материала. Пункты перегрузки с конвейера на конвейер оборудуют аспирационными укрытиями.

Одним из эффективных способов предупреждения пылевыделений при транспортировке конвейерным транспортом является увлажнение сыпучих материалов до оптимальной влажности. Для железных руд она составляет для крупности 0 – 350 мм – около 1,5 %, для 0 – 75 мм – до 3 %, для 0 – 25 мм – до 4 %, для 0 – 8 мм – до 6 %. Повысить эффективность орошения и увлажнения можно за счет применения растворов ПАВ, например, 0,025 %-ного раствора смачивателя "Прогресс", 0,3 %-ного раствора полиакриламида, 0,5 %-ного раствора ДБ и др. Увлажнение материалов до оптимальной влажности позволяет в десятки раз уменьшить интенсивность пылевыделения и предотвратить срыв пыли с поверхности транспортируемого материала даже при значительной относительной скорости воздушного потока (до 6,5 м/с).

Почти на всех карьерах для снижения пылеобразования при погрузочно-разгрузочных работах применяется гидроорошение. Для этой цели используются гидроустановки на железнодорожной платформе, на шасси автосамосвалов. Установка на базе самосвала с цистерной емкостью 24 – 25 м³ обеспечивает орошение навала горной массы на забоях трех экскаваторов. В гидроустановках используются водометные стволы различной конструкции, гидромониторы, а также пожарные стволы. В некоторых случаях в качестве водометного устройства используется агрегаты типа ДДН, применяемые в сельскохозяйственной дождевальная машине. При использовании гидромониторов с насадкой 25 мм, подключенных к водопроводной сети под давлением 4 – 8 ат запыленность снижается в 5 – 6 раз. При использовании пожарного насоса типа ПН-25 с пожарным стволом дальность струи достигает 50 – 60 м, а расход воды в пределах 95 – 140 м³/ч. При разгрузке горной массы, укладке в отвал пылеобразование можно снизить увлажнением водой с использованием передвижных или стационарных установок.

Для предупреждения пылевыделения при ведении экскаваторных работ увлажнение разрыхленной горной массы в развале осуществляется в основном путем ее орошения с

использованием передвижных стационарных оросительных установок. Увлажнение горной массы в развале с одновременной ее дегазацией после взрыва возможно с использованием передвижных вентиляционно-оросительных установок.

При этом, наряду со снижением пылеобразования эта схема позволяет в 3 – 4 раза сократить время простоя оборудования после проведения массового взрыва. Увлажнение горной массы в экскаваторных забоях карьеров осуществляется с использованием передвижных гидромониторно-насосных установок на колесном и рельсовом ходу. При применении на карьере железнодорожного транспорта используют гидропоезд с 5 – 6 цистернами общей вместимостью 250 – 300 м³ воды. Они оборудованы двумя оросительными установками типа ДДН-70 или ДДН-50 производительностью 300 м³/ч каждая и дальностью струи 50 – 70 м. Ствол гидромонитора ГМН поворачивается на 360⁰ в горизонтальной плоскости и на 120⁰ в вертикальной. Для изменения параметров водяных струй гидромониторов предусмотрены сменные насадки диаметром от 40 до 60 мм. На карьерах, использующих автотранспорт, применяются оросительные гидромониторные установки на базе автосамосвалов различной грузоподъемности. Например, увлажнение путем поверхностного орошения с помощью поливооросительных машин, оборудованных гидромонитором, например, автомобилей БелАЗ-7648 (емкостью 32 м³) . До 25 % экскавируемой горной массы в летний период подлежит орошению водой. Радиус разбрызгивания струи воды – 60 м. Снижение загрязнения атмосферного воздуха пылью до 10 г/т добываемой горной массы. Емкостью служит герметизированный кузов автосамосвала; действие насоса, подающего воду к гидромонитору, осуществляется с использованием приспособления отбора мощности. Забой орошается в большей степени в его верхней части; нижняя часть увлажняется за счет стока воды к подошве забоя. Средства орошения следует располагать на верхней или нижней площадке уступа с учетом направления ветра относительно забоя и экскаватора в удобном для размещения месте или непосредственно на спланированном с помощью бульдозера уступе. Заправку поливооросительных автомобилей водой предусматривается частично производить из зумпфов – отстойников карьерных вод, расположенных в выработанном пространстве и временного зумпфа – накопителя, расположенного на поверхности.

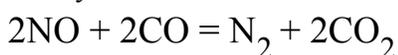
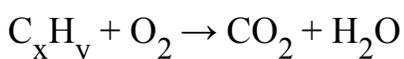
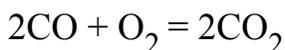
Увлажнение горной массы при перегрузке ее и при погрузке на складах осуществляется, как правило, с использованием стационарных оросительных установок . Для этого на территории склада имеются емкости для воды, установлены стационарно насосы, сеть трубопроводов и гидромониторы. Для снижения вредного влияния на окружающую среду открытые склады могут быть оборудованы защитными противопылевыми оградами.

Для снижения загрязнения атмосферы выхлопными газами автомобилей используется: нейтрализация выхлопных газов их термokatалитическим окислением, использование нетоксичных или малотоксичных антидетонирующих добавок к топливу, а для дизельных двигателей - антидымные присадки, магнитная обработка топлива.

Магнитная обработка автомобильного топлива позволяет снизить токсичность выхлопных газов до 50 %.

Значительное снижение токсичности отработавших газов можно при использовании нейтрализаторов различных конструкций. При каталитической нейтрализации выхлопных газов окись углерода переходит в двуокись, углеводороды окисляются до воды и двуокиси углерода, окись азота восстанавливается до молекулярного азота.

Химические реакции протекают следующим образом:



Наиболее эффективным является использование платиновых катализаторов. Они позволяют обезвредить выхлопные газы от токсичных веществ на 96 – 98 %. Каталитические нейтрализаторы обеспечивают эффективность очистки окиси углерода до 75 %, углеводородов – до 70 % и альдегидов – до 80 % при температуре отработавших газов выше 300 °С.

Регулировку топливной аппаратуры ДВС для обеспечения наиболее полного сжигания топлива следует осуществлять систематически. Ежедневно при выходе автомобилей на линию требуется контролировать содержание токсичных примесей в отработавших газах и в случае отклонения от установленных нормативов проводить регулировку.

Присадка к топливам обеспечивают их более полное сгорание и уменьшение содержания в отработавших газах токсичных компонентов. Например, установлено, что применение присадки типа ИХП к топливу, используемому в дизельных двигателях, позволяет уменьшить дымность вдвое. Применение для дизельных двигателей топливно-водяных эмульсий, содержащих 15 – 20 % воды, также значительно уменьшает содержание вредных веществ в отработавших газах.

Кросс–медиа эффекты

Потребность в дополнительных объемах ресурсов и материалов.

Наличие систем нейтрализации отработавших газов снижает мощность двигателя.

Технические соображения, касающиеся применимости

Представленные методы (конструктивные и технические решения), применимы при технической возможности и экономической целесообразности, могут использоваться как по отдельности, так и в совокупности.

Экономика

В каждом отдельном случае стоимость техники индивидуальна.

В 2020 году на Михайловском ГОКе открыли уникальный дробильно-конвейерный комплекс. Производительность комплекса – 15 миллионов тонн руды в год, инвестиции в проект – 6 миллиардов рублей.

В 2022 году "Металлоинвест" ввел в эксплуатацию комплекс ЦПТ на Лебединском ГОКе. На реализацию инвестпроекта стоимостью около 14 млрд рублей потребовалось почти 5 лет.

Движущая сила внедрения

Требования экологического законодательства. Снижение выбросов неорганической пыли и выхлопных газов.

5.3.7. НДТ, направленные на сокращение и (или) предотвращение неорганизованных выбросов при хранении руд и продуктов их переработки

5.3.7.1. Укрепление откосов ограждающих дамб хвостохранилищ с использованием скального грунта, грубодробленной пустой породы

Описание

Применение скального грунта, грубодробленной пустой породы при укреплении откосов ограждающих дамб хвостохранилищ, с целью сокращения площади пылящей поверхности.

Техническое описание

При строительстве и реконструкции хвостохранилищ, образующих каскады из двух и более отсеков, ограждающие дамбы, как правило, должны отсыпаться и наращиваться из крупнообломочных грунтов или скальной горной массы с устройством противофильтрационных элементов в виде вертикального ядра или наклонного экрана по верховому откосу. Наращивание дамб таких хвостохранилищ должно производиться только в сторону низового откоса, особенно в районах с продолжительным периодом среднесуточных температур ниже $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$. При отсутствии скальной вскрыши наращивание высоты дамб в каскаде может производиться только в сторону низового откоса совместно с наращиванием экрана. Отсеки, образующие каскад, должны иметь резервные объемы, достаточные для размещения селевого потока, образующегося при разрушении дамбы вышележащего отсека, или иметь аварийный водосброс (канал), обеспечивающий пропуск и отведение селевого потока в безопасное место, как это предусмотрено действующими строительными нормами и правилами [26].

Достигнутые экологические выгоды

Сокращение выбросов пыли с хвостохранилищ.

Экологические характеристики и эксплуатационные данные

В 2020 году Северный ГОК провел работы по консервации пылящих карт хвостохранилища. Для снижения пыления новых карт хвостохранилища на предприятии применили технологию скального пригруза. В качестве "подушки"

использовали отходы производства – хвосты. Для покрытия вторым слоем – скальную породу. По подсчетам экологической службы комбината, полуметровый слой щебня будет прочно удерживать свыше семи тонн пыли в год на сухой поверхности. Также реализовали мероприятие по засыпке скальными породами отработанных карт хвостохранилища [27].

Кросс-медиа эффекты

Сведения отсутствуют.

Технические соображения, касательно применимости

Применимо.

Экономика

В зависимости от применяемого метода в каждом конкретном случае.

Движущая сила внедрения

Сокращение выбросов пыли с хвостохранилищ. Экологическое законодательство.

5.3.7.2. Устройство лесозащитной полосы по границе земельного отвода вдоль отвалов рыхлой вскрыши (посадка деревьев)

Описание

Наибольшими пылезащитными свойствами обладают древесные формы растений. Эффективность пылезащитных свойств у разных древесных пород различна и зависит от строения дерева, его ветрозащитной способности.

Техническое описание

Ветрозащитная эффективность полос зависит от их строения, конструкции, высоты, ширины, формы поперечного сечения и степени ажурности. Наибольшую дальность защитного действия (50-60 высот деревьев) имеют полосы зеленых насаждений при продуваемой конструкции (с просветами внизу). За полосами ажурной конструкции (оптимальная ажурность составляет 30-40 %) эти зоны несколько меньше (45-50 высот). Полосы непродуваемой конструкции (плотные сверху донизу) отличаются наименьшим ветрозащитным действием (35-40 высот).

Полоса деревьев высотой 10 м, расположенных в 5 рядов, способна ослабить скорость ветра вдвое, причем на расстоянии 60 м.

Лучше всего задерживают пыль деревья с шершавыми, морщинистыми, складчатыми, покрытиями волосками, липкими листьями. Шершавые листья и листья, покрытые тончайшими ворсинками (сирень, черемуха, бузина), лучше удерживают пыль, чем гладкие (клен, ясень, бирючина). Листья с войлочным опушением по пылезадержанию мало отличаются от листьев с морщинистой поверхностью, но они плохо очищаются дождем. Клейкие листья в начале вегетации имеют высокие пылезадерживающие свойства, но их утрачивают. У хвойных пород на единицу веса хвои оседает в 1,5 раза больше пыли, чем на единицу веса листьев, и пылезащитные свойства сохраняются круглый год. Зная пылезащитные свойства растений, варьируя размеры озеленяемой территории, подбирая породы и необходимую густоту посадок,

можно добиться наибольшего пылезащитного эффекта. Дожди, освобождая насаждения и воздушный бассейн от пыли, смывают ее на поверхность земли. Количество пыли в воздухе изменяется в зависимости от влажности воздуха и скорости ветров.

Достигнутые экологические выгоды

Сокращение пыления отвалов вскрышной породы.

Экологические характеристики и эксплуатационные данные

Снижение пыления отвалов до 55 г пыли/т горной массы, поступающей в отвал.

Кросс-медиа эффекты

Сведения отсутствуют.

Технические соображения, касательно применимости

Применимо.

Экономика

В зависимости от применяемого метода в каждом конкретном случае.

Движущая сила внедрения

Сокращение пыления отвалов вскрышной породы. Требования экологического законодательства.

5.3.7.3. Использование отходов полиэтилена и полипропилена с последующей температурной обработкой до сплавления с поверхностью хвосто- и шламохранилища

Описание

При способе образования защитного экрана, заключающемся в приготовлении гидроизоляционной смеси, содержащей отходы полиэтилена, укладке ее на основание хранилища и термической обработке, приготавливают смесь из отходов полиэтилена – 70 – 99 % и полипропилена – 1 – 30 %, после укладки на основание хранилища ее подвергают термической обработке при температуре плавления смеси или поверхностного слоя хранилища.

Техническое описание

Техногенный процесс консервации включает три стадии:

- 1) планирование поверхности хвостохранилища;
- 2) проведение дренажным мероприятием;
- 3) создание композитного слоя.

На первых двух стадиях процесса задействуется имеющийся на предприятии комплекс машин и оборудования (бульдозеры, экскаваторы, автосамосвалы и т. д.). При планировании поверхности насыпных и намывных техногенных месторождений необходимо опираться на данные о естественном угле откоса для образующихся пород. Профиль спланированного техногенного месторождения должен иметь угол откоса характерный для самых слабых пород.

Проведение третьего этапа процесса создания экрана требует приготовления специализированного оборудования-экранирующая машина.

В районах развития многолетнемерзлых пород требуется сохранение пластичности покрытия при низких температурах, в этом случае смесь должна содержать 90 – 99 % - полиэтилена и 1 – 10 % - полипропилена. В районах жаркого и засушливого климата при необходимости сохранения термоустойчивости покрытия содержание полипропилена в смеси увеличивается до максимума, т. е. до 30 %.

Если в литологическом строении основания хранилища преобладают рыхлые несвязные породы, то покрытие должно обладать большей жесткостью, в этом случае смесь должна содержать 75 – 85 % полиэтилена и 15 – 25 % полипропилена. В случае наличия в строении основания хранилища трещиноватых пород, а также при наличии неоднородностей на поверхности основания хранилища, покрытие должно обладать большей пластичностью, в этом случае смесь должна содержать 85 – 95 % полиэтилена и 5 – 15 % полипропилена.

Перед образованием защитного экрана проводятся планировочные работы на поверхности хранилища. Смесь приготавливают путем перемешивания на месте ее нанесения, равномерным слоем распределяют по поверхности основания хранилища, заполняя ею трещины и неоднородности. Далее смесь подвергают, электротермической обработке с помощью нагревательного устройства при температуре плавления смеси (150 – 170 °С). При необходимости повышения изоляционных свойств покрытия при складировании отходов и повышенной обводненности грунтов основания температура термической обработки может быть увеличена до температуры плавления поверхностного слоя хранилища (грунтов основания) (до 1300 °С). Кроме того, высокотемпературная термическая обработка приводит к повышению прочностных свойств защитного экрана за счет оплавления этого слоя.

Применение данного способа позволяет повысить прочность, устойчивость к деформации экранирующего покрытия, создать покрытие, устойчивое к воздействию агрессивных сред, экологически безопасное для окружающей среды [28].

Достигнутые экологические выгоды

Сокращение пыления хвостохранилища.

Экологические характеристики и эксплуатационные данные

Использование данной технологии решает несколько задач:

при нанесении полимерного покрытия на каждом квадратном метре можно утилизировать порядка 12 – 15 кг отходов полиэтилена;

снижение пыления хвостохранилища.

Комплекс исследований проведены на территориях расположения техногенных массивов ОАО "Михайловский ГОК" [28].

Кросс-медиа эффекты

Сведения отсутствуют.

Технические соображения, касательно применимости

Общеприменимо.

Экономика

В зависимости от применяемого метода в каждом конкретном случае.

Движущая сила внедрения

Сокращение выбросов пыли с хвостохранилищ. Экологическое законодательство.

5.3.7.4. Прокладка труб с разбрызгивателями воды мелкодисперсной фракции по периметру хвостохранилища

Описание

Основой данной техники является то, что взвешенные в воздухе частицы пыли смачиваются водой и осаждаются в пределах площади хвостохранилища.

Техническое описание

С целью сокращения пыления поверхностей сухих пляжей хвостохранилищ в теплый сухой период года осуществляется их орошение и укрепление внешнего слоя пылящих поверхностей путем применения:

систем пылеподавления водяным орошением с использованием поливочных машин, установок, распылителей;

систем пылеподавления, если применимо, пылесвязывающими жидкостями (растворами неорганических и органических веществ, ПАВ, полимерными веществами, эмульсиями и другими химическими реагентами), создающих на поверхности обрабатываемого материала утолщенную эластичную и долговременную корку.

Для пылеподавления пляжей хвостохранилищ используются генераторы тумана. Технология, заключается в подаче воды и сжатого воздуха под низким давлением (2 – 5 бар). Система состоит из воздушного компрессора, форсунок и системы управления с электропитанием. Форсунка генератора тумана сконструирована по принципу свистка: сжатый воздух разгоняется в сужающемся канале сопла и затем расширяется в его расширяющейся части, попадая в камеру резонатора, усиливающего действие волн. В результате возникают мощные ударные волны, веерообразно распространяющиеся со скоростью звука. Вода или иная жидкость, введенная в поле этих волн, дробится на мелкие и однородные по размеру капли порядка 1 – 10 мкм. За счет изменения давления воздуха можно регулировать размер капель [29].

Использование на действующих гидроотвалах и хвостохранилищах системы равномерно распределенных пульпопроводов. НДТ позволяет снизить выбросы пыли в атмосферный воздух. При использовании пылесвязывающих жидкостей поверхность и структура обрабатываемых площадей становится стойкой к ветровой эрозии, обладает высокой морозостойкостью и стойкостью к агрессивным средам.

Достигнутые экологические выгоды

Сокращение пыления хвостохранилища.

Экологические характеристики и эксплуатационные данные

Снижение выбросов (пыления) при гидрообеспыливании или орошении пылесвязывающими жидкостями составляет 85 – 90 %.

Гидрозавеса и дождевая установка требуют устройства специальной водопроводной сети, размещение которой на эксплуатируемом хвостохранилище является весьма трудоемкой операцией

В 2021 году на АО "Стойленский ГОК" (СГОК, Белгородская область, входит в группу НЛМК) внедрил проект по снижению образования пыли на сухих пляжах хвостохранилища стоимостью 150 млн рублей. Благодаря реализации проекта пыление хвостохранилища на Стойленском ГОКе снизилось на 70 % [30]. Система пылеподавления состоит из 6 км системы орошения и обрабатывающего реагентом более 100 гектаров.

В США для пылеподавления используют систему "Smart Fog Dust Suppression Systems", которая создает туман [31].

На ЕВРАЗ КГОК завершен первый этап технического перевооружения системы складирования отходов обогащения. В рамках проекта увеличена мощность системы гидротранспорта, внедрена система автоматизированного управления оборудованием, изменен способ укладки пульпы. Реализация инвестиционного проекта началась в 2016 году [32].

Кросс-медиа эффекты

Сведения отсутствуют.

Технические соображения, касательно применимости

Общеприменимо.

Экономика

В зависимости от применяемого метода в каждом конкретном случае.

Движущая сила внедрения

Сокращение выбросов пыли с хвостохранилищ. Экологическое законодательство.

5.3.7.5. Использование ветровых экранов

Описание

Система ветрозащитных экранов является модульной, состоит из ограниченного числа элементов, применяется для сокращения пыления.

Техническое описание

Ветровой барьер представляет собой специальную сеть из синтетического материала, натянутую вокруг потенциального источника пыли. Благодаря ячеистой структуре ветровой барьер снижает скорость проходящих через него потоков воздуха на 75 % и более. Это значительно сокращает количество воздушной пыли. При этом окружать весь штабель ветровым барьером не требуется, достаточно установить его в направлении наиболее частого и постоянного ветра. Ветровой барьер устойчив к сильным ветрам, ультрафиолету.

Ограждение для защиты от ветра и пыли контролирует и изменяет направление потоков ветра за счет уменьшения скорости ветра и турбулентности на площадках. При столкновении ветра со стеной механическая энергия воздушного потока снижается,

вследствие чего уменьшается скорость ветра. В то же время уменьшается сила и размер крупных вихревых потоков.

Жесткая конструкция формирует новые потоки воздуха с меньшей скоростью и интенсивностью, что позволяет значительно снизить рассеивание пыли как на площадке, так и за ее пределами [33].

Достигнутые экологические выгоды

Сокращение пыления хвостохранилища.

Экологические характеристики и эксплуатационные данные

Снижение выбросов (пыления) при использовании ветровой защиты составляет 65 – 80 %.

В США для пылеподавления используют ветровые экраны "Dust TAMER™ Wind Screen Systems" [31].

Кросс-медиа эффекты

Сведения отсутствуют.

Технические соображения, касательно применимости

Общеприменимо.

Экономика

В зависимости от применяемого метода в каждом конкретном случае.

Движущая сила внедрения

Сокращение выбросов пыли с хвостохранилищ. Экологическое законодательство.

5.3.8. НДТ, направленные на сокращение и (или) предотвращение выбросов пыли от организованных источников выбросов

5.3.8.1. Применение камер гравитационного осаждения для удаления крупных частиц (>20 мкм) на этапе предварительной очистки дымовых газов

Описание

Гравитационное осаждение основано на осаждении взвешенных частиц под действием силы тяжести при движении запыленного газа с малой скоростью без изменения направления потока. Процесс проводят в отстойных газоходах и пылеосадительных камерах.

Техническое описание

Улавливание пыли происходит в гравитационном поле за счет сил тяжести частицы пыли относительно газовой среды. Скорость запыленного газа в камере должна быть небольшой, не более 1,5 м/сек, с уменьшением скорости, эффективность камеры возрастает. Гидравлическое сопротивление в пределах 12 кг*с/м². Схема горизонтальной осадительной камеры показана на рисунке 5.26 Преимущество осадительной камеры – простота конструкции, малое гидравлическое сопротивление, отсутствие износа, способность производить очистку газа при высоких запыленностях и температурах.

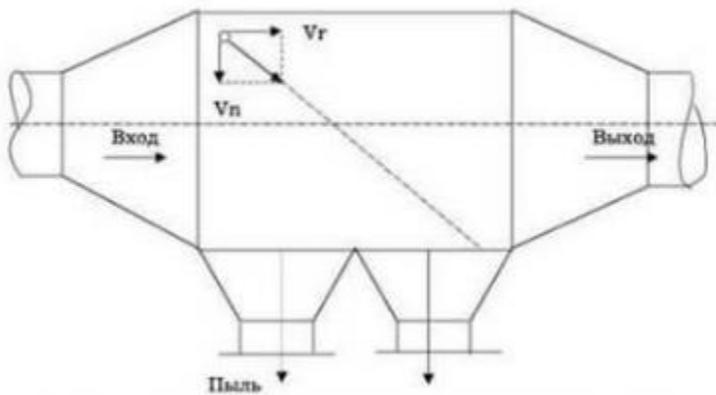


Рисунок .. Схема горизонтальной осадительной системы

Для улавливания пыли с размером частиц более 20 мкм применяются жалюзийные аппараты. Данные аппараты имеют жалюзийную решетку, состоящую из рядов пластин или колец. Очищаемый газ, проходя через решетку, делает резкие повороты. Пылевые частицы вследствие инерции стремятся сохранить первоначальное направление, что приводит к отделению крупных частиц из газового потока, которые, сталкиваясь с наклонными решетками, отражаются и отскакивают в сторону от щелей между лопастями жалюзи (рисунок 5.27). Назначение жалюзийной решетки - разделить газовый поток на две части: одну, в значительной мере освобожденную от пыли и составляющую 80-90 % всего количества газа, и другую (10-20 %), в которой сосредоточена основная масса содержащейся в газе пыли, улавливаемой затем в циклоне или в другом достаточно эффективном пылеуловителе. Очищенный в циклоне газ возвращается в основной поток газов, очищенных с помощью жалюзийной решетки

Скорость газа перед жалюзийной решеткой должна быть достаточно высокой (до 15 м/с), чтобы достигнуть эффекта инерционного отделения пыли. На степень очистки влияет также скорость движения газов, отсасываемых в циклон. Гидравлическое сопротивление решетки составляет 100 – 500 Па.

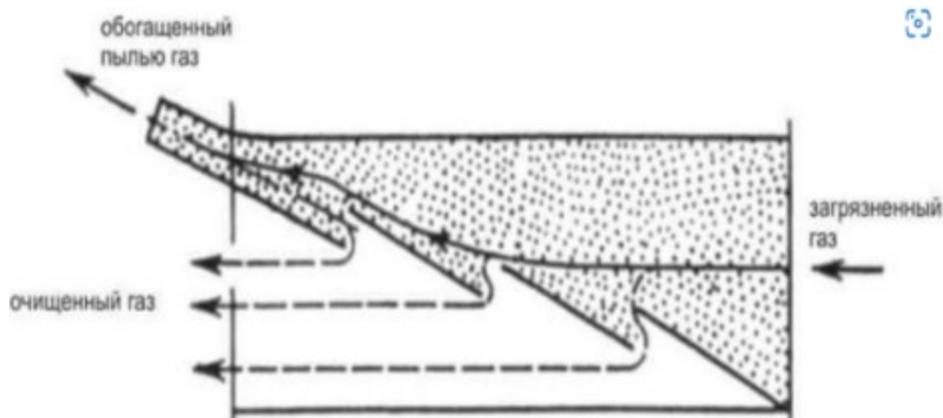


Рисунок .. Жалюзийный пылеотделитель

Достигнутые экологические выгоды

Сокращение выбросов пыли.

Экологические характеристики и эксплуатационные данные

При очистке в жалюзийных аппаратах достигаются следующие показатели работы: при наличии пылевых частиц размером 30 мкм эффективность составляет около 75 %, а для частиц размером 40 мкм – 85 %.

К преимуществам жалюзийных пылеуловителей относится [34]:

компактная конструкции;

низкая цена;

уменьшают уровень износа рукавов;

высокая пригодность к ремонту.

Пассивные решетки не потребляют электроэнергию, лишены подвижных элементов, изготовлены из долговечных металлов. Универсальный характер технологии позволяет использовать аналогичные приемы для очищения самых разных субстанций, как минеральных, так и органических.

Кросс-медиа эффекты

Отсутствуют.

Технические соображения, касательно применимости

Общеприменим.

Сухое улавливание пыли бывает недостаточно для очистки газов, содержащих агрессивные химические вещества. При наличии едких реагентов требуется влажная технология, часто с применением специальных веществ, нейтрализующих активные компоненты.

Экономика

В зависимости от применяемого метода в каждом конкретном случае.

Движущая сила внедрения

Сокращение выбросов пыли. Экологическое законодательство.

5.3.8.2. Применение циклонов на этапе предварительной очистки газов

Описание

Циклон для удаления частиц пыли является одним из основных аппаратов для очистки воздуха и отходящих технологических газов от твердых загрязнений, которые образуются в результате деятельности различных производственных предприятий. Благодаря простоте конструкции, отсутствию подвижных узлов и механизмов, возможности увеличения производительности путем объединения в группы и батареи, циклоны сухой очистки широко применяются в технологических и подготовительных производственных процессах.

Техническое описание

Циклоны обеспечивают очистку газов эффективностью 80 – 95 % от частиц пыли размером более 10 мкм. В основном их рекомендуется использовать для предварительной очистки газов и устанавливать перед высокоэффективными аппаратами (например, фильтрами или электрофильтрами). В ряде случаев достигаемая эффективность циклонов оказывается достаточной для выброса газов или воздуха в атмосферу. Запыленный воздух входит в корпус циклона со скоростью до 20 м/с, совершая вращательное движение в кольцевом пространстве между стенкой корпуса и внутренней трубой, перемещаясь далее в коническую часть корпуса. Под действием центробежной силы пылевые частицы, перемещаясь радиально, прижимаются к стенкам корпуса. Воздух, освобожденный от пыли, выходит наружу через внутреннюю трубу, а пыль поступает в сборный бункер. В зависимости от производительности циклоны можно устанавливать по одному (одиночные циклоны) или объединять в группы из двух, четырех, шести или восьми циклонов (групповые циклоны).

Циклоны предназначены для сухой очистки газов, выделяющихся при сушке, обжиге, агломерации, аспирации, сжигании топлива и других технологических процессах. При этом недопустимо применение данного типа циклонов в условиях токсичных и взрывоопасных сред, а также для улавливания сильно слипающих пылей.



Рисунок .. Базовая схема устройства циклона

Типоразмер циклона подбирают исходя из производительности с учетом оптимальной скорости в цилиндрической части циклона.

В зависимости от расхода очищаемого воздуха циклоны могут применяться в одиночном либо групповом исполнении, состоящем из 2, 4, 6 и 8 циклонов. При подборе типоразмера циклона учитывается, что с увеличением диаметра циклона степень очистки воздуха уменьшается. Циклоны с диаметром менее 800 мм не рекомендуется применять для улавливания абразивной пыли.

Материал для изготовления циклонов при температуре окружающей среды до 40 °С – углеродистая сталь, при температуре ниже - 40 °С - низколегированные стали.

Таблица .. Параметры циклонов ЦН-11, ЦН-15, ЦН-24

№ п/п	Параметры циклонов ЦН-11, ЦН-15, ЦН-24	
1	2	
1	Допустимая запыленность газа, г/м ³ :	
2	- для слабослипающейся пыли	Не более 1000
3	- для среднеслипающейся пыли	250
4	Температура очищаемого газа, °С	Не более 400
5	Максимальное давление (разрежение), кгс/м ² (кПа)	500 (5)
6	Коэффициент гидравлического сопротивления циклонов:	
7	- для одиночных циклонов	147
8	- для групповых циклонов:	
9	с "улиткой"	175
10	со сборником	182
11	Оптимальная скорость, м/с:	
12	- в обычных условиях V _ц (V _{вх})	3,5 (16,0)
13	- при работе с абразивной пылью V _ц (V _{вх})	2,5 (11,4)

Достигнутые экологические выгоды

Сокращение выбросов пыли.

Экологические характеристики и эксплуатационные данные

Степень улавливания частиц пыли размером 0,01 – 0,02 мкм в циклонах представлена в таблице 5.5.

Таблица .. Эффективность очистки газа в циклоне

№ п/п	Дисперсность частиц	Теоретическая эффективность очистки
1	2	3
1	Более 20 мкм	≈ 99%
2	Более 10 мкм	≈ 95%
3	Более 5 мкм	≈ 80%

Эффективность очистки газа в циклоне определяется дисперсным составом и плотностью частиц улавливаемой пыли, а также вязкостью газа, зависящей от его температуры. При уменьшении диаметра циклона и повышении до определенного предела скорости газа в циклоне эффективность очистки возрастает. Эффективность очистки, указанная в технических характеристиках, может быть достигнута лишь при условии соответствия между типоразмером циклона и его производительностью.

Эффективность очистки резко снижается при подсосе атмосферного воздуха внутрь циклона, особенно через бункер. Допустимая величина подсоса 5 – 8 %.

Для нормальной эксплуатации циклонов необходимо:

обеспечить герметичность и исключить подсосы воздуха в шпек удаления пыли, пылесборную камеру, циклоны;

поддерживать температуру газов в циклонах на 30 – 50 °С выше точки росы для исключения конденсации паров воды входной газовой смеси и циклоны теплоизолируют;

для снижения выноса пыли из сушильного барабана производительность дымососа увязывают с поступлением горячих газов из топки путем поддержания разрежения в барабане на уровне 20 – 50 Па.

Допустимая запыленность газа для циклонов должна находиться в следующих пределах: для циклона диаметром 400 – 600 мм - не более 200 г/м³; 600 – 800 мм - не более 400 г/м³; 1000 – 2000 мм - не более 3000 г/м³; 2000 – 3000 мм - не более 6000 г/м³.

На объектах предприятия АО "ССГПО" используются циклоны ЦН-11, ЦН-15 для участка по при обжиге окатышей, с эффективностью улавливания частиц пыли 96,5 % (по данным КТА).

ОАО "Лебединский ГОК" для очистки отходящих газов от твердых веществ применяет высокоэффективный сухой циклон с последующим мокрым обеспыливанием с КПД очистки 99,48 % [35].

Кросс-медиа эффекты

Увеличение количества отходов, если собранная пыль не может быть возвращена в процесс.

Технические соображения, касательно применимости

Требуется наличие сухого сжатого воздуха (обычно решается установкой компрессора необходимой производительности вблизи фильтра и фильтра-влагомаслоотделителя).

Экономика

В зависимости от применяемого метода в каждом конкретном случае.

Движущая сила внедрения

Сокращение выбросов пыли при обжиге окатышей, сушке концентрата и механических процессах. Экологическое законодательство.

5.3.8.3. Применение мокрых газоочистителей для одновременного улавливания SO_x и пыли

Описание

Метод предусматривает использование электрофилтра, в котором собранный материал смывается с пластин коллекторов с помощью жидкости, обычно воды. Для удаления капель воды перед выбросом отработанного газа устанавливается специальное устройство (например, влагоуловитель или конечное сухое поле).

Техническое описание

Улавливание частиц с помощью мокрых скрубберов предусматривает использование трех основных механизмов: инерционное столкновение, задержание и рассеивание. Большое значение имеют размер собираемых частиц, а также их способность к смачиванию. Схема устройства радиального мокрого скруббера приведена на рисунке ниже.

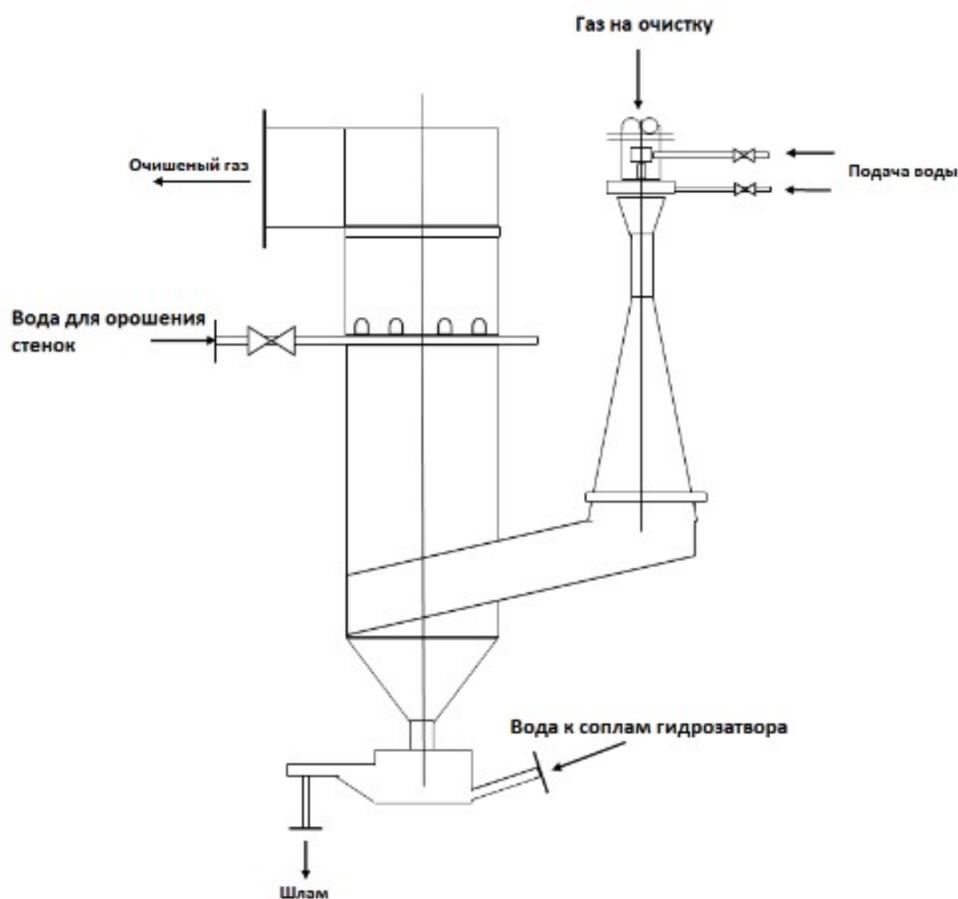


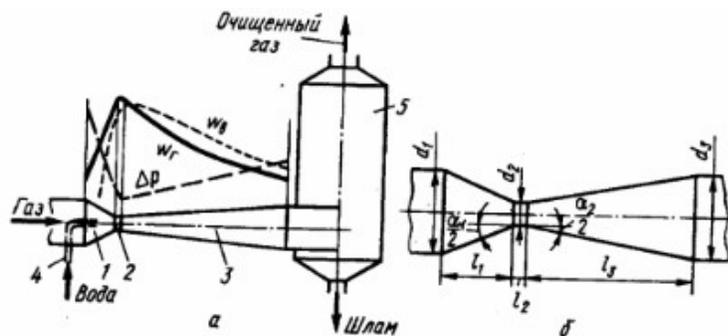
Рисунок .. Радиальный мокрый скруббер

Мокрые скрубберы используются для охлаждения, насыщения и предварительной очистки газа, например, когда установлены перед мокрыми электрофилтрами. Отличительной их особенностью является захват улавливаемых частиц жидкостью, которая уносит их из аппаратов в виде шлама. В качестве орошающей жидкости в

мокрых пылеуловителях чаще всего используется вода. При совместном пылеулавливании и химической очистке газов выбор орошающей жидкости (абсорбента) обуславливается процессом абсорбции.

Мокрые аппараты имеют следующие достоинства: простоту конструкции и сравнительно невысокую стоимость; более высокую эффективность по сравнению с сухими механическими пылеуловителями инерционного типа; меньшие габариты по сравнению с рукавными фильтрами и электрофильтрами; возможность использования при высокой температуре и повышенной влажности газов; улавливания вместе с взвешенными твердыми частицами паров и газообразных компонентов. Типичные примеры: скруббер Вентури или радиальный скруббер с регулируемым падением давления.

Простейший скруббер Вентури (рисунок 5.30, а) включает трубу Вентури (рисунок 5.30, б) и прямоточный циклон.



1-конфузор, 2-горловина, 3-диффузор, 4-одача воды, 5-каплеуловитель; а-общий вид, б-нормализованная труба Вентури

Рисунок .. Скруббер Вентури

Труба Вентури состоит из служащего для увеличения скорости газа конфузора, в котором размещают оросительное устройство, горловины, где происходит осаждение частиц пыли на каплях воды, и диффузора, в котором протекают процессы коагуляции, а также за счет снижения скорости восстанавливается часть давления, затраченного на создание высокой скорости газа в горловине. В каплеуловителе тангенциального ввода газа создается вращение газового потока, вследствие чего смоченные и укрупненные частицы пыли отбрасываются на стенки и непрерывно удаляются из каплеуловителя в виде шлама.

В центробежных скрубберах одновременно с охлаждением газов происходит адсорбция из них SO_2 . Вследствие низкой степени очистки центробежные скрубберы типа ЦС-ВТЦ как пылеулавливающие аппараты в настоящее время не применяются, однако они широко используются в качестве каплеуловителей в скрубберах Вентури. В этом случае вода на орошение не подается.

Достигнутые экологические выгоды

Аппараты мокрого пылеулавливания проще по конструкции, но при этом обладают эффективностью, присущей наиболее сложным сухим пылеуловителям. Их легко изготовить непосредственно на химическом предприятии; как правило, они не имеют подвижных узлов, которыми часто оснащены сухие пылеуловители (например, узлы встряхивания в рукавных фильтрах).

Достоинствами мокрых пылеуловителей, по сравнению с аппаратами сухого типа: более высокая эффективность улавливания взвешенных частиц;

возможность очистки газов от более мелких частиц (в лучших мокрых аппаратах удается удалять частицы с размерами порядка 0,1 мкм);

допустимость очистки газов при высокой температуре и повышенной влажности.

Недостатки:

выделение уловленной пыли в виде шлама, что связано с необходимостью обработки сточных вод, то есть с удорожанием процесса;

возможность уноса капель жидкости и осаждения их с пылью в газоходах и дымососах;

в случае очистки агрессивных газов необходимость защищать аппаратуру и коммуникации антикоррозионными материалами.

В качестве орошающей жидкости в мокрых пылеуловителях чаще всего применяется вода; при одновременном решении вопросов пылеулавливания и химической очистки газов выбор орошающей жидкости (абсорбента) обуславливается процессом абсорбции.

В результате контакта запыленного газового потока с жидкостью в мокрых пылеуловителях образуется межфазная поверхность контакта. В различных аппаратах характер поверхности контакта фаз различный: она может состоять из газовых струек, пузырьков, жидкостных струй, капель, пленок жидкости. Поскольку в пылеуловителях наблюдаются различные виды поверхностей, то пыль улавливается в них по различным механизмам.

Экологические характеристики и эксплуатационные данные

Скрубберы Вентури могут работать с высокой эффективностью (96 – 99 % на пыль со средним размером частиц 1 – 2 мкм) и улавливать высокодисперсные частицы пыли (вплоть до субмикронных размеров) в широком диапазоне ее начальной концентрации в газе: 0,05 – 100 г/м³. При работе в режиме тонкой очистки скорость газов в горловине должна поддерживаться в пределах 100 – 150 м/с, а удельный расход воды – в пределах 0,5 – 1,2 дм³/м³. Это обуславливает необходимость большого перепада давления ($\Delta p = 10 \div 20$ кПа) и, следовательно, значительных затрат энергии на очистку газа. Степень улавливания SO₂ водой обычно составляет 40 – 50 %.

На металлургическом заводе фирмы "ЛТВ Стил" в Чикаго (США), расположенном в промышленном районе с высоким уровнем загрязнения атмосферы, и на коксовой батарее металлургического завода фирмы "Соллак" в Сереманже (Франция) оснащены Японской системой бездымной загрузки оснащена коксовая батарея № 1 (60 печей высотой 6,1 м.) [36].

Характеристика системы газоочистки приведена ниже:

Количество поступающего на обеспыливание газа, тыс. м³/ч – 21.

Содержание пыли:

в отсасываемых газах г/Нм³ – 5 – 15;

в очищенных газах мг/Нм³ – 60 – 80;

расход распыляемой воды, м³/ч – 25 – 80.

Циклон Вентури используется при сушке концентрата на участке ФРПО АО " ССГПО" в сушильных печах. Дымовые газы удаляются в газовый тракт котла и поступает в систему мокрой очистки, состоящей из труб Вентури и центробежных пылеуловителей типа МП-ВТИ (котлы №1 – 5) или в батарейный коагулятор с эмульгированным слоем (котел №6). Очищенный газ от шести котлов сбрасывается через дымовую трубу высотой 180,0 м. Проектная степень очистки составляет 98 %, фактическая 92,1 % (по данным КТА)

Кросс-медиа эффекты

Потребление электрической энергии увеличивается с повышением эффективности пылеулавливания. Образование сточных вод, требующих дальнейшей обработки для предотвращения сброса металлов и других веществ в водные объекты.

Технические соображения, касательно применимости

Применимо при модернизации и новом строительстве.

Экономика

В зависимости от применяемого метода в каждом конкретном случае.

Движущая сила внедрения

Сокращение выбросов пыли и SO₂.

5.3.8.4. Применение электрофильтров для удаления крупных частиц размером >1 мкм

Описание

Частицы пыли получают (как правило) отрицательный электрический заряд в поле коронного разряда и движутся под действием электрического поля к заземленным электродам, оседают на них и после регенерации электродов собираются в бункерах. Небольшая часть пыли, примерно 0,5 – 1 % от общего количества, приобретает положительный заряд и осаждается на коронирующих электродах и также периодически удаляется.

Техническое описание

Электрофильтры активно применяются в отрасли и могут функционировать в условиях широких диапазонов значений температуры, давления и пылевой нагрузки. Они не очень чувствительны к размеру частиц и улавливают пыль как во влажных, так и в сухих условиях. Конструкция электрофильтра устойчива к коррозии и абразивному воздействию.

Электрофильтр состоит из нескольких высоковольтных коронирующих электродов и соответствующих осадительных электродов. Частицы заряжаются и впоследствии выделяются из газового потока под воздействием электрического поля, созданного между электродами. Электрическое поле между электродами создается небольшим постоянным током высокого напряжения (100 кВ). На практике электрофильтр разделен на ряд дискретных зон (обычно до пяти). Схема устройства электрофильтра показана на рисунке ниже.

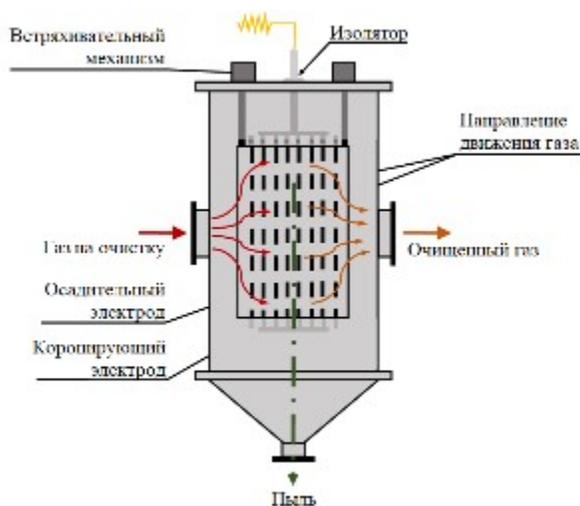


Рисунок .. Схема устройства электрофильтра (показаны только две зоны)

Частицы удаляются из потока газа в четыре этапа:

наведение электрического заряда на частицы пыли;

подача заряженной пыли в электрическое поле;

улавливание пыли с помощью коллекторного электрода;

удаление пыли с поверхности электрода.

Коронирующие электроды необходимо подвергать встряхиванию или вибрации для предотвращения накопления пыли, соответственно, их механическая прочность должна выдерживать такое воздействие. Механическая надежность коронирующих электродов и их несущей конструкции имеет большое значение, поскольку даже один оборванный кабель может закортить все электрическое поле электрофильтра.

Производительность электрофильтра определяется формулой Дейча, согласно которой эффективность определяется общей площадью поверхности осадительных электродов, объемным расходом газа и скоростью миграции частиц. Таким образом,

увеличение площади поверхности осадительных электродов имеет большое значение для улавливания конкретного вида пыли, в связи с чем современным подходом является использование расширенного межэлектродного пространства. В свою очередь, это предполагает надежную конструкцию и контроль работы выпрямительного устройства.

Конструкция используемых в горно-обогатительной отрасли выпрямителей предусматривает применение отдельных секций устройства для каждой зоны или части зоны электрофильтра. Это позволяет применять разное напряжение на входных и выходных зонах, поскольку на выходе пылевая нагрузка меньше, а также дает возможность постепенно увеличивать напряжение, подаваемое на зоны, без искрения. Хорошая конструкция также подразумевает применение АСУ, поддерживающих оптимально высокое напряжение, подаваемое без искрения на электроды конкретной зоны. Для подачи максимально возможного без образования искр высокого напряжения и постоянного изменения его значения используется автоматическое контрольно-измерительное устройство. Подача постоянного высоковольтного электропитания практически не позволяет обеспечить оптимальную эффективность улавливания пыли.

Особое значение имеет электрическое сопротивление (величина, обратная электрической проводимости) пыли. Если оно слишком низкое, то частицы, достигая осадительного электрода, легко теряют свой заряд, и может произойти вторичный унос пыли. При повышенном удельном сопротивлении пыли на электроде образуется изолирующий слой, который препятствует нормальному коронированию и приводит к снижению эффективности улавливания. В основном удельное сопротивление пыли находится в рабочем диапазоне, но эффективность улавливания можно еще повысить, улучшив физические характеристики частиц. Для этого широко применяются аммиак и трехокись серы. Удельное сопротивление также можно уменьшить с помощью понижения температуры или увлажнения газа.

Для достижения высоких значений производительности электрофильтра газ пропускают через специальные устройства, обеспечивающие равномерность потока, препятствующую прохождению вне электрического поля. Правильная конструкция входных газоходов и наличие устройств распределения потока на входе электрофильтра необходимы для достижения однородности потока.

Электрофильтры ионной абразивной обработки обычно работают в диапазоне 100 – 150 кВ для обеспечения высокой эффективности сепарации. Отличительной особенностью электрофильтров является способностью работать при высокой температуре (горячие) и высокой влажности обеспыливаемых газов (мокрые). Количество образующейся пыли – так называемый вынос пыли (в процентах от массы перерабатываемой шихты) или переход металлов в пыль зависит от вида металлургического агрегата, физико-химической характеристики шихты (крупность,

прочность, содержание легковозгоняемых металлов и соединений и прочее), интенсивности и характера пирометаллургического процесса и многих других факторов. Особенно интенсивно пыль образуется в технологических процессах, таких как обжиг и плавка концентратов, возгоночные процессы.

Таблица .. Эффективность очистки и уровни выбросов, связанные с использованием электрофильтров [37]

№ п/п	Загрязняющее вещество	Эффективность очистки, %	Примечание	
			Сухой фильтр	Мокрый фильтр
1	2	3	4	5
1	<1 мкм	>96,5	Зависит от конфигурации и условий эксплуатации	Зависит от конфигурации и условий эксплуатации
2	2мкм	>98,3	Очистка до <20мг/Нм ³	Очистка до <20мг/Нм ³
3	5мкм	>99,95	Зависит от конфигурации и условий эксплуатации	Зависит от конфигурации и условий эксплуатации
4	>10мкм	>99,95	Зависит от конфигурации и условий эксплуатации	Зависит от конфигурации и условий эксплуатации

Достигнутые экологические выгоды

Сокращение выбросов пыли и металлов.

Экологические характеристики и эксплуатационные данные

Основные преимущества электрической очистки газов, следующие:

широкий диапазон производительности – от нескольких м³/час до миллионов м³/час;

эффективность очистки от пыли варьирует от 96,5 % до 99,95 %.

гидравлическое сопротивление – не более 0,2 кПа (является основной причиной низких эксплуатационных затрат);

электрофильтры могут улавливать сухие частицы, капли жидкости и частицы тумана;

электрофильтрах улавливаются частицы размером от 0,01 мкм (вирусы, табачный дым) до десятков микрон.

В КГОКе (2008) (ОАО "Ванадий", входит в "Евраз Груп") завершена реализация инвестиционного экологического проекта по оснащению газоочистными установками двух действующих на предприятии комплексов по производству агломерата (сырья для изготовления чугуна). В цехе агломерации пущен в эксплуатацию современный

электрофильтр, который позволит каждый час очищать до 1 миллиона кубометров отходящих газов с высокими качественными показателями. Удельные выбросы в атмосферу сократились более чем в 2,5 раза: с 23 до 9 кг на тонну готовой продукции.

На фабрике окомкования при обжиге окатышей на Лебединском ГОКе (2009) проведена модернизация системы газоочистки, скрубберы в системе аспирации заменены на электрофильтры. Эффективность пылеочистки достигает 99 % [38].

Электрофильтры ЭГБ1М успешно эксплуатируются на предприятиях России, стран СНГ, Финляндии, Швеции, Ирландии [39].

На Магнитогорском металлургическом комбинате установлен электрофильтр системы аспирации шихтоподачи Доменной печи № 6 в аспирационных системах, каждая из которых имеет производительность более 1 млн м³/час, электрофильтры обеспечивают проектную эффективность очистки воздуха до 98 – 99 % [39].

Кросс-медиа эффекты

Потребление электрической энергии увеличивается с повышением эффективности пылеулавливания. При выполнении работ по обслуживанию электрофильтра могут появиться дополнительные отходы. Необходимость утилизации пыли, если она не может быть повторно использована.

Технические соображения, касательно применимости

Вследствие их высокой эффективности, низкого гидравлического сопротивления, высокой работоспособности и энергетической эффективности, электрофильтры стали наиболее успешными установками для улавливания пыли из отходящих газов от основного технологического оборудования.

Экономика

В каждом отдельном случае стоимость техники индивидуальна.

Движущая сила внедрения

Сокращение выбросов пыли, с возможностью ее повторного использования. Экономия сырья, если пыль может быть возвращена в процесс.

5.3.8.5. Применение рукавных фильтров для удаления мелких и ультрамелких частиц

Описание

Очистка отходящих газов от пыли путем пропускания через плотно сплетенную или войлочную ткань, в результате чего твердые частицы собираются на ткани путем просеивания или другими способами.

Техническое описание

Рукавные фильтры изготавливаются из пористой тканой или войлочной ткани, через которую пропускаются газы для удаления частиц. Использование рукавного фильтра требует выбора ткани, подходящей для характеристик отходящего газа и

максимальной рабочей температуры. Обычно рукавные фильтры классифицируются в соответствии с методом очистки фильтрующего материала. Необходимо регулярно удалять пыль из ткани для поддержания эффективности экстракции.

Наиболее распространенными методами очистки являются обратный воздушный поток, механическое встряхивание, вибрация, пульсация воздуха под низким давлением и пульсация сжатого воздуха. Акустические ковши также используются для очистки фильтрующих рукавов. Стандартные механизмы очистки не обеспечивают возвращение рукава в первоначальное состояние, так как частицы, осевшие в глубине ткани, уменьшают размер пор между волокнами, хотя это обеспечивает высокую эффективность очистки субмикронных паров.

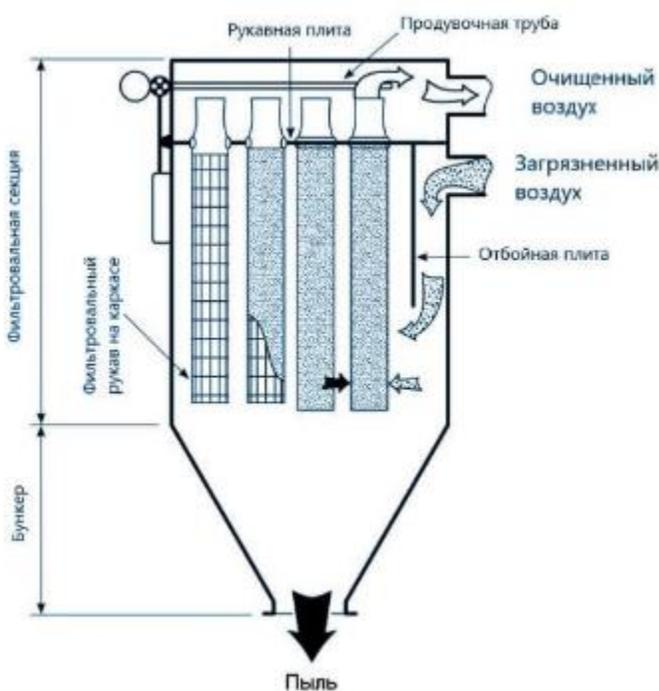


Рисунок .. Конструкция рукавного фильтра

Эффективность очистки в рукавных фильтрах в основном зависит от свойств фильтровальной ткани, из которой изготавливаются рукава аппарата, а также от того, в какой мере эти свойства соответствуют свойствам очищаемой среды и взвешенных в ней частиц. При выборе ткани необходимо учитывать состав газов, природу и размер частиц пыли, способ очистки, требуемую эффективность и экономические показатели. Также учитывается температура газа, способ охлаждения газа, если таковой имеется, образующийся водяной пар и точка кипения кислоты. В таблице 5.7 представлены типы тканей, широко используемых при очистке.

Таблица 5.7. Сравнение различных систем рукавных фильтров

--	--	--	--	--	--

№ п/п	Параметр	Ед. изм.	Фильтр с импульсной очисткой	Мембранный фильтр из стекловолокна	Фильтр из стекловолокна
-------	----------	----------	------------------------------	------------------------------------	-------------------------

1	2	3	4	5	6
1	Тип рукава	-	Полиэстер	Мембрана/ стекловолокно	Стекловолокно
2	Размер рукава	м	0,126 x 6	0,292 x 10	0,292 x 10
3	Площадь ткани на рукав	м ²	2	9	9
4	Корпус	-	Да	Нет	Нет
5	Перепад давления	кПа	2	2	2,5
6	Отношение воздуха к ткани	м/ч	80 – 90	70 – 90	30 – 35
7	Интервал рабочей температуры	°С	250	280	280
8	Срок эксплуатации рукава	месяцев	До 30	72 – 120	72 – 120

Существует несколько различных конструкций рукавных фильтров, в которых используются различные виды фильтрующих материалов. Использование технологий мембранной фильтрации (поверхностная фильтрация) приводит к дополнительному увеличению срока службы, увеличению пределов температуры (до 260 °С) и относительно низким затратам на техническое обслуживание. Мембранные фильтрующие рукава состоят из ультратонкой мембраны из расширенного политетрафторэтилена (ПТФЭ), встроенной в материал основы. Частицы в потоке отходящего газа улавливаются на поверхности рукава. Вместо формирования осадка на внутренней части или проникновения в ткань рукава, частицы отталкиваются от мембраны, образуя тем самым меньший по объему осадок.

Синтетические фильтрующие ткани, такие как тефлон/стекловолокно, позволяют использовать рукавные фильтры в широком спектре процессов, обеспечивая длительный срок службы. Эффективность современных фильтрующих материалов при высоких температурах или в условиях абразивности достаточно высока, и производители тканей могут оказать помощь в определении материала для конкретного применения. При использовании подходящей конструкции для соответствующего типа пыли в особых случаях может быть обеспечен очень низкий уровень выбросов пыли. Более высокая надежность и более длительный срок службы компенсируют расходы на современные рукавные фильтры. Достижение низких уровней выбросов пыли имеет важное значение, поскольку пыль может содержать значительные уровни металлов.

Чтобы предотвратить утечку неочищенных газов в атмосферу, необходимо учитывать влияние деформации распределительных коллекторов и надлежащую герметизацию рукавов.

По причине возможного забивания фильтров в определенных условиях (например, в случае липкой пыли или при использовании в воздушных потоках при температуре конденсации) и чувствительности к огню, они подходят не для всех целей применения. Фильтры также могут использоваться вместе с существующими рукавными фильтрами и могут подвергаться модернизации. В частности, система уплотнения рукава может быть улучшена во время ежегодного технического обслуживания, а фильтрующие рукава могут быть заменены более современными материалами в соответствии со стандартными графиками замены, что также может снизить будущие затраты.

Самым распространенным типом используемых фильтров являются рукавные фильтры в виде мешков, при этом несколько отдельных фильтрующих элементов из ткани размещаются вместе в группе. Рукавные фильтры также могут быть в виде листов или картриджей.

Фильтр состоит из нескольких секций, часть из которых работает в режиме фильтрации очищаемого газа, а часть – в режиме регенерации, т. е. удаления осевшей на рукавах пыли. В режиме очистки запыленный газ фильтруется через поры рукава, а пыль осаждается на его поверхности. Со временем гидравлическое сопротивление рукава с накопленным на нем слоем пыли увеличивается, и эффективность осаждения возрастает. При этом пропускная способность фильтра по газу существенно снижается, и секцию отключают на регенерацию для удаления пыли механическим (встряхиванием, скручиванием) и (или) аэродинамическим (импульсной продувкой сжатым воздухом) способами. Поток газа, подлежащего обработке, может направляться либо изнутри рукава наружу, либо снаружи рукава вовнутрь. В случае содержания в поступающих отработанных относительно крупных частиц, для снижения нагрузки на рукавный фильтр, особенно при высокой концентрации частиц на входе, для дополнительной предварительной очистки могут использоваться механические коллекторы (циклоны, электростатические фильтры и др.).

Мониторинг

Для обеспечения правильной работы фильтра следует применять одну или несколько из следующих функций.

Особое внимание уделяется выбору фильтрующего материала и надежности системы крепления и уплотнения. Проведение надлежащего технического обслуживания. Современные фильтрующие материалы, как правило, являются более прочными и имеют более длительный срок службы. В большинстве случаев дополнительные затраты на современные материалы компенсируются продолжительным сроком службы.

Рабочая температура выше точки конденсации газа. Термостойкие рукава и крепления используются при более высоких рабочих температурах.

Непрерывный контроль содержания пыли путем улавливания и использования оптических или трибоэлектрических устройств для обнаружения поломок фильтра. При необходимости устройство должно взаимодействовать с системой очистки фильтра для обнаружения отдельных секций, содержащих изношенные или поврежденные рукава.

Использование газового охлаждения и искрового гашения, если это необходимо. Циклоны считаются подходящими устройствами для искрового гашения. Большинство современных фильтров расположены в нескольких отсеках, поэтому в случае необходимости поврежденные отсеки могут быть изолированы.

Мониторинг температуры и искрообразования может применяться для обнаружения пожаров. На случай возникновения опасности воспламенения могут быть предусмотрены системы инертных газов или добавлены инертные материалы (например, гидроксид кальция) к отходящему газу. Чрезмерный перегрев ткани сверх расчетных пределов может вызвать токсичные газообразные выбросы.

Необходимо отслеживать перепад давления для контроля механизма очистки.

Достигнутые экологические выгоды

Сокращение выбросов пыли. Удаление твердых частиц размером до 2,5 мкм.

Экологические характеристики и эксплуатационные данные

Удаления определенных 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. При использовании рукавных фильтров отсутствует необходимость очистки шламов и сточных вод.

Кросс-медиа эффекты

Фильтровальную ткань, если ее регенерация невозможна, следует заменять через каждые 2 – 4 года (срок службы зависит от различных факторов). Падение давления, которое следует компенсировать за счет подкачки, приводящей к дополнительному энергопотреблению. Поскольку рукавные фильтры очень эффективно улавливают тонкодисперсные частицы, они также эффективно уменьшают выбросы тяжелых металлов, которые содержатся в пыли дымовых газов в виде субмикронных частиц.

Дополнительно возможно увеличение расхода сжатого воздуха для цикла очистки.

При проведении технического обслуживания могут возникать дополнительные отходы.

Технические соображения, касательно применимости

Общеприменимо.

Экономика

В зависимости от применяемого метода в каждом конкретном случае.

Движущая сила внедрения

Снижение выбросов в окружающую среду. Требования экологического законодательства. Экономия ресурсов.

5.3.8.6. Применение электростатических фильтров

Описание

Частицы, подлежащие удалению, заряжаются, а специальные электроды, расположенные в корпусе фильтра, имеют другой заряд. При прохождении запыленного воздуха частицы загрязнений притягиваются к электродам и впоследствии ссыпаются в приемный бункер. 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.

Техническое описание

Принцип работы электростатического фильтра заключается в улавливании с размером частиц 0,01 мкм, в потоке поступающего отработанного газа посредством электрической силы на пластины коллектора. Например, дым входит в трубчатый электростатический фильтр, представляющий собой ионизирующий электрод из нескольких десятков "звездочек", закрепленных на одной оси и находящихся под напряжением 15 кВ. При этом необходимо поддержание напряжения постоянного тока в диапазоне 20 – 100 кВ. Ионизирующий электрод помещен в заземленный корпус в виде трубки (он же осаждающий электрод) на внутренней поверхности которого и происходит осаждение частиц. Между вершинами и осаждающим электродом из-за высокой напряженности электрического поля начинается процесс ионизации (зарядки) газа и находящихся в нем частиц. Ионизированные (заряженные) частицы начинают отталкиваться от одноименно-заряженного ионизирующего электрода и притягиваться к противоположно-заряженному осаждающему электроду (корпусу электростатического фильтра).

Достигнутые экологические выгоды

Снижение выбросов пыли в атмосферу (улавливание твердых частиц размером менее 1 мкм). Возможность рециркуляции (повторное использование уловленной пыли). Снижение нагрузки загрязняющих веществ, направляемых на следующие этапы очистки.

Экологические характеристики и эксплуатационные данные

Электростатические фильтры нуждаются в большой стабильности параметров процесса очистки. Конструктивно они громоздки и металлоемки. Требуется квалифицированный персонал, как для сборки, так и для их обслуживания. Электростатическое поле слабо заряжает частицы с большим электрическим сопротивлением. Поэтому такие разновидности пыли плохо удаляются ими.

Основными преимуществами использования электрофильтров являются:

высокая эффективность пылеулавливания ($> 97\%$) даже для мелких частиц (эффективность может быть повышена путем добавления полей или зон);

низкий перепад давления, обуславливает низкую потребность в энергии, как правило, низкая (в некоторых случаях требуется вентилятор с принудительной или нагнетательной тягой необходим для преодоления падения давления в системе перепада давления в системе);

подходят для широкого диапазона температур, давлений и потоков газа;

пыль может быть удалена сухим способом, что делает возможным повторное использование (для сухого электрофильтра);

частичное удаление кислотных паров (для мокрого электрофильтра);

мокрые электрофильтры могут удалять липкие частицы, туманы и взрывоопасную пыль;

при напряжении более 50 кВ эффективность очистки не зависит от времени пребывания, что позволяет создавать более компактные конструкции (для мокрого электрофильтра).

На фабрике окомкования Лебединского ГОКа (2018г), установлены электрофильтры на тракт сушки в обжиговой машине No4, эффективность повышена до 99 % [40].

Кросс-медиа эффекты

Снижение энергоемкости при оптимальных режимах работы. Вероятность образования дополнительных отходов при сервисном обслуживании.

Недостатки использования электрофильтров:

менее подходит для процессов с изменяющимися газовыми потоками, температурами или концентрацией пыли (возможно использование автоматической регулировки, как компенсационных мер);

возможный повторный унос из-за высокой скорости газа, низких показателей очистки или плохого потока газа;

чувствительны к техническому обслуживанию и настройкам;

требуется относительно большое пространство для размещения;

необходимость в высококвалифицированном персонале;

специальные меры предосторожности для защиты персонала от высокого напряжения;

риск взрыва при использовании сухих электрофильтров;

мощность очистки зависит от удельного сопротивления частиц пыли (при использовании сухих электрофильтров);

сухие электрофильтры не рекомендуется использовать для удаления липких или влажных частиц;

коррозия вблизи верхней части проводов из-за утечки воздуха и конденсации кислоты (для мокрых электрофильтров);

высокая стоимость мокрых электрофильтров.

Технические соображения, касательно применимости

Основным недостатком электрофильтров является высокая чувствительность процесса электрической фильтрации газов к отклонениям от заданных параметров технологического режима, состава пыли, а также к незначительным механическим дефектам в активной зоне аппарата. Также следует учитывать, что при эксплуатации электрофильтров неизбежно возникновение искровых разрядов. В связи с этим электрофильтры не применяют, если очищаемый газ представляет собой взрывоопасную смесь или такая смесь может образоваться в ходе процесса в результате отклонения от нормального технологического режима.

Экономика

В зависимости от применяемого метода в каждом конкретном случае.

Движущая сила внедрения

Сокращение выбросов твердых частиц с возможностью их повторного использования. Требования экологического законодательства.

5.3.8.7. Применение фильтров с импульсной очисткой

Описание

Импульсный рукавный фильтр предназначается для очищения воздушных масс от различных мелкодисперсных пылевых скоплений. В этих приборах вмонтирована система регенерации импульсного продувания сжатыми воздушными массами. В качестве очистительного элемента выступают рукава на металлических опорах.

Техническое описание

Для предотвращения падения эффективности очистки из-за накопления слоя пыли на поверхности рукава применяется импульсная продувка рукавных фильтров. Ее использование обеспечивает регенерацию работоспособности оборудования и исключение снижения эффективности очистки.

Описание конструктивных элементов делает понятным принцип работы рукавного фильтра.

Запыленный поток подводится во входной клапан аппарата. В зависимости от имеющейся инфраструктуры могут использоваться вспомогательные элементы – пневмонасосы, компрессоры, напорные вентиляторы, иные нагнетатели. В случае обработки высокотемпературного потока может быть реализовано подмешивание в фильтр чистого прохладного / атмосферного воздуха.

Воздухоток контактирует с внешней поверхностью плотных нетканых рукавов, при этом частички пыли оседают снаружи мешков, в то время как чистый воздух проходит внутрь каркасов и попадает в чистую камеру, откуда выводится в производственное помещение или во внешнюю атмосферу.

По мере оседания пылевых включений на поверхности рукавов, воздуху становится все сложнее "пробиться" сквозь нарастающую механическую преграду, и производительность аппарата падает – необходима регенерация рукавов.

В зависимости от имплементированной системы регенерации производится обратная импульсная продувка, встряхивание или другое воздействие на фильтр-элементы, что позволяет освободить их поверхность от пыли и восстановить номинальный КПД устройства.

Пыль опадает в бункер, цикл повторяется.

Все пылеулавливатели выгодно отличаются следующим диапазоном технических характеристик:

производительность по среде – до 100 000 м³ / час;

дисперсность / размер улавливаемой пыли > 0,5 мкм;

работа с воздухопотоками любой степени запыленности;

ударный импульсный метод самоочистки рукавов – бесперебойность, высокая скорость и эффективность удаления пыли с картриджом благодаря использованию плоских сопел Вентури специальной конструкции;

фильтрующий материал – нетканое иглопробивное волокно;

возможность обработки потоков с температурой до 200 °С;

автоматизация системы управления аппаратом через электронный контроллер;

опционально – установка контроллер-совместимого дифференциального манометра для управления агрегатом;

опционально – установка вибросистемы на пылесборный бункер – для исключения налипания на стенки высокоадгезионной пыли. Возможно оборудование бункера шнеком для непрерывной выгрузки пыли;

надежность, компактность и долговечность.

Достигнутые экологические выгоды

Сокращение выбросов пыли.

Экологические характеристики и эксплуатационные данные

Эффективность обеспыливания – до 99.9 % (при соблюдении правил эксплуатации и надлежащей наладке / настройке фильтра).

Кросс-медиа эффекты

Сведения отсутствуют.

Технические соображения, касательно применимости

Применимо.

Экономика

В зависимости от применяемого метода в каждом конкретном случае.

Движущая сила внедрения

Сокращение выбросов пыли.

5.3.9. НДТ, направленные на сокращение и (или) предотвращение выбросов SO₂ от организованных источников выбросов

5.3.9.1. Десульфуризация и использование топлива с пониженным содержанием серы

Описание

Технологии управления предварительным сжиганием могут включать замену топлива или десульфуризацию топлива. Поскольку выбросы диоксида серы прямо пропорциональны количеству серы в топливе, переход на топливо с низким содержанием серы является предпочтительным выбором. Замена топлива может не быть альтернативой, если требуются сокращение выбросов SO₂ независимо от содержания серы в топливе.

Техническое описание

Сера в твердом топливе содержится в 3-х формах: колчеданной (в виде железного колчедана (FeS), органической (в виде сераорганических соединений) и сульфатной (сернокислые соли – сульфаты CaSO₄, Na₂SO₄). Простейшее обогащение угля – удаление колчеданной серы сепарацией. В этом методе используется разница в плотности угля и колчеданной серы (rFeS=5 т/м³, r угля=2 т/м³). Для отделения колчеданной и органической серы используется метод гидротермического обессеривания. В этом случае измельченное топливо обрабатывается в автоклавах при температуре 300 °С и давлении 1,7 Мпа щелочными растворами КОН, NaOH. Снижение серы в твердом топливе можно осуществить методом газификации или пиролиза твердого топлива. Основное количество серы окажется связанным в коксовом остатке [41].

Достигнутые экологические выгоды

Сокращение выбросов SO₂.

Экологические характеристики и эксплуатационные данные

Методы физической очистки обеспечивают удаление до 30 % серы. Для углей с большим содержанием пиритной серы это значение может достигать 50 %. Степень удаления серы, с помощью химического метода, составляет 66 %.

Кросс-медиа эффекты

Сведения отсутствуют.

Технические соображения, касательно применимости

Применимо для новых предприятий, которые в качестве топлива используют уголь.

Экономика

В зависимости от применяемого метода в каждом конкретном случае.

Движущая сила внедрения

Сокращение выбросов SO₂.

5.3.9.2. Использование мокрого скруббера

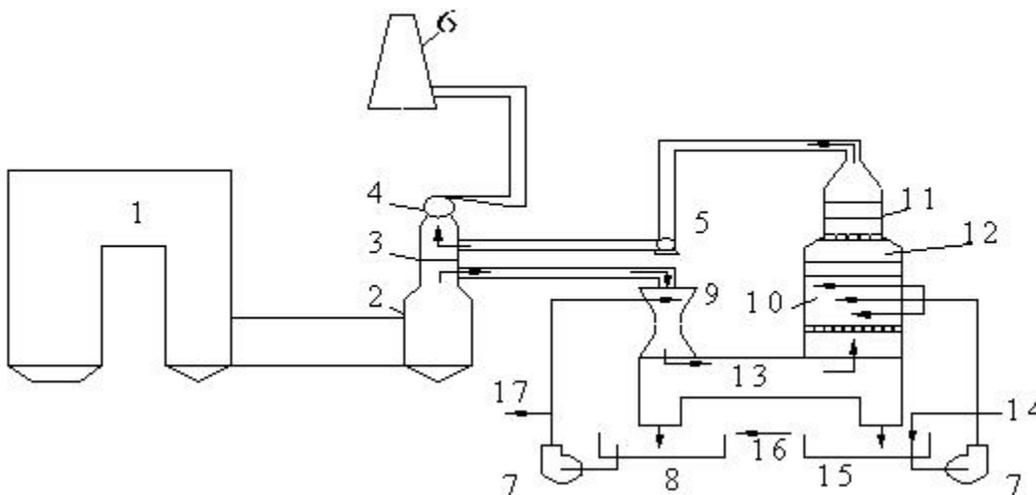
Описание

Сера в железных рудах находится в химических соединениях с железом, представленных обычно сульфатами в виде пирита, марказита и пирротина. В концентратах сера находится в виде пирита или пирротина. Содержание сульфатной серы в них незначительно.

Наиболее распространенный метод - мокрый процесс, когда уходящие газы, например, барботируют через раствор известняка, в результате чего образуются сульфит или сульфат кальция.

Техническое описание

Известняковый и известковый метод – одни из самых первых методов, разработанных для очистки дымовых газов от оксидов серы (рисунок 5.33), так как известняк CaCO_3 и известь CaO являются самыми дешевыми и распространенными материалами. Поглощение SO_2 при этом происходит в водной суспензии известняка и извести. Активным поглотительным веществом в этом случае являются бикарбонат-ионы, образующиеся по медленной реакции CaCO_3 с CO_2 . При использовании извести последняя в растворе переходит в $\text{Ca}(\text{OH})_2$ и затем довольно быстро при взаимодействии с CO_2 превращается в $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$.



1 – котел; 2 – электрофильтр; 3 – заслонка; 4 – основной дымосос; 5 – дополнительный дымосос; 6 – дымовая труба; 7 – насосы; 8 – рециркуляционный бак абсорбера Вентури; 9 – абсорбер Вентури; 10 – абсорбер; 11 – паровой подогреватель; 12 – влагоотделитель; 13 – отстойник; 14 – молотый известняк; 15 – рециркуляционный бак абсорбера; 16 – перелив; 17 – шлам

Рисунок .. Схема установки для очистки продуктов сгорания от SO_2 известняковым методом:

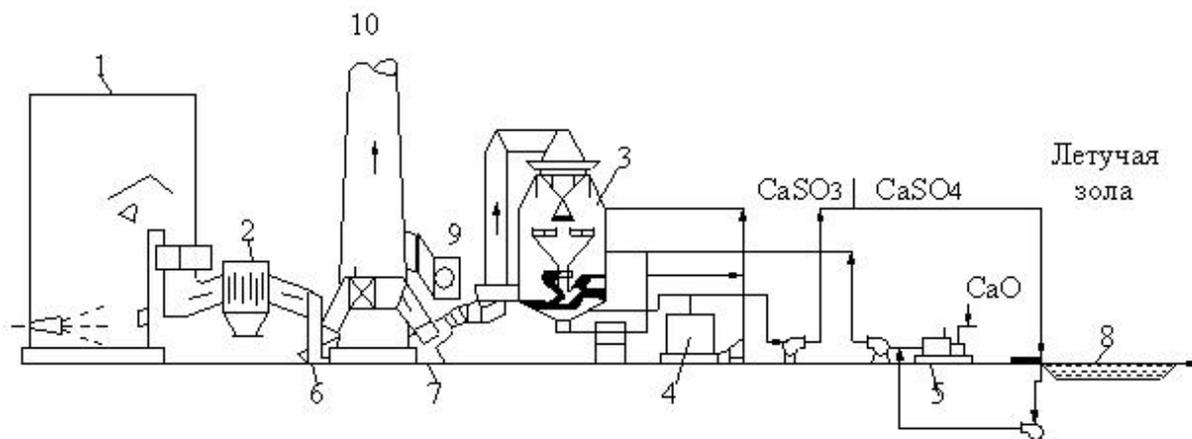
Медленной стадией процесса является также и реакция растворения CaCO_3 с переходом в $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$. Так как ее скорость зависит от поверхности частиц CaCO_3 , то их дисперсность должна быть высока. Согласно опытным данным оптимальным является помол известняка 75 – 150 мкм, при концентрации суспензии не более 15 % во избежание засорения абсорберов.

При эксплуатации абсорберов одной из главных проблем является предотвращение отложений за счет выпадения осадка из раствора. Образование отложений определяется в основном степенью пересыщения и pH раствора. Так, при $\text{pH} \approx 5$, CaSO_3 вступает в реакцию с SO_2 , образуя хорошо растворимый бисульфит $\text{Ca}(\text{HSO}_3)_2$. При высоких значениях pH образуется слабо растворимый $\text{CaSO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, выпадающий в виде шлама. При очень низких pH образуется твердый слой отложений сульфата кальция. Поэтому при эксплуатации очистных установок значение pH держат около 6, хотя известно, что при повышении pH увеличивается степень очистки продуктов сгорания. Отработанная суспензия не регенерируется, а выводится из установки, и твердые частицы после обезвоживания направляются на шламоотвал, или после обжига используются как алебастр в строительстве.

В настоящее время имеются несколько модификаций процесса очистки продуктов сгорания от оксидов серы на основе известняка и извести. Один из вариантов предполагает ввод части известняка в топку котла и мокрое доулавливание SO_2 в абсорберах. Для таких систем характерны сильное загрязнение поверхностей нагрева воздухоподогревателей и занос абсорберов отложениями.

Второй вариант такого метода предполагает очистку газа только в абсорберах. Использование извести значительно упрощает эксплуатацию установок, хотя и несколько удорожает процесс очистки. На рисунке 5.34 показана схема очистки продуктов сгорания известковым способом. Продукты сгорания, первоначально очищаются от золы и направляются в двухступенчатый абсорбер Вентури (9), где очищаются от двуокиси серы и остатков золы, а затем выбрасываются через трубу, пройдя предварительно через подогреватель (11). Через абсорбер организуется рециркуляция суспензии $\text{Ca}(\text{OH})_2$. В схеме предусмотрены аппарат для гашения извести и отстойник для сбора осадка. Положительным качеством этой установки является возможность длительной работы.

Имеются и другие модификации известково-известняковых методов очистки продуктов сгорания от окислов серы, в частности: процессы Бишофф, Бако, известково-гипсовый и др. Эти процессы в основном отличаются друг от друга конструкциями абсорберов.



1 – котел; 2 – электрофильтр; 3 – двухступенчатый абсорбер Вентури; 4 – отстойник; 5 – емкость для раствора реагента; 6 – основной дымосос; 7 – дымосос сероулавливающей установки; 8 – золоотвал; 9 – подогреватель дымовых газов; 10 – дымовая труба

Рисунок .. Схема установки для очистки продуктов сгорания от SO_2 известковым методом:

Преимуществами известнякового (известкового) метода являются простота технологической схемы, доступность в дешевизне сорбента, относительно малые капитальные затраты, возможность очистки газа без предварительного охлаждения и обеспыливания.

К недостаткам метода относятся низкий коэффициент использования известняка, зависящий от типа применяемого минерала и достигающий, как правило, 40 – 50 %, получение в качестве продукта утилизации неиспользуемого шлама, относительно низкая эффективность очистки, подверженность забиванию кристаллическими отложениями абсорбционной аппаратуры и жидкостных коммуникаций.

Достигнутые экологические выгоды

Сокращение сбросов SO_2 .

Экологические характеристики и эксплуатационные данные

"Карельский окатыш", ведущий комбинат по добыче и переработке железной руды в России (входит в ПАО "Северсталь"), тестируют установки сероочистки на обжиговой машине №3. На установке обжиговые газы орошаются известковым молочком, очистка обжиговых газов от диоксида серы достигла 98,6 % [42].

Кросс-медиа эффекты

Образуются отходы в виде гипса (ангидрид), получаемый продукт утилизации двуокиси серы – двухводный сульфат кальция – является сырьем в производстве вяжущего строительного материала гипса или при отсутствии потребителя его можно сбрасывать вместе с золой на золоотвал, не загрязняя грунтовые воды и способствуя герметизации днища хранилища [43].

Технические соображения, касательно применимости

Применимо.

Экономика

В зависимости от применяемого метода в каждом конкретном случае.

Движущая сила внедрения

Снижение выбросов серы. Требования экологического законодательства.

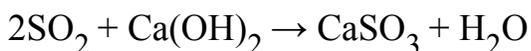
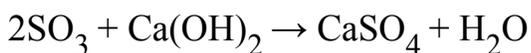
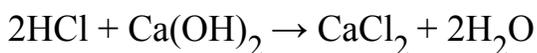
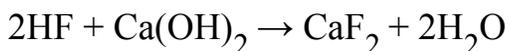
5.3.9.3. Использование распылительной сушилки-скруббера с впрыскиванием сухого сорбента (известняка)

Описание

Известь (CaO) обычно является сорбентом, используемым в процессе распылительной сушки, но также используется гидратированная известь (Ca(OH)₂). Эта технология также известна как полусухой ДГД и обычно используется для источников, сжигающих уголь с низким или средним содержанием серы.

Техническое описание

Распылительная сушилка-скруббер, как правило, бывает двух типов: полусухая и сухая известь. Эти процессы были разработаны в качестве конкурентоспособной альтернативы классической технологии мокрой скруббера. Распылительные сухие скрубберы являются вторым по популярности методом, с эффективностью, равной эффективности мокрых скрубберов, если не лучше. На первой ступени предусматривается очистка от пыли. Основное требование – это уменьшение запыленности перед эксгаустером, максимально возможный (исключая мелкодисперсную токсичную пыль) возврат уловленного продукта (агломерата) в производство. На второй ступени технологические газы проходя через реактор вступают в реакцию с подаваемым сорбентом (гашеная известь, Ca(OH)₂) и осаждаются в рукавном фильтре:



Для эффективного улавливания диоксинов и фуранов возможна подача в реактор дополнительного сорбента (активированного угля). При этом система сероочистки (реактор, рукавный фильтр, узел рециркуляции сорбента) не требуют замены. Данный метод обеспечивает соблюдение перспективных норм по улавливанию твердых частиц (не более 10 мг/Нм³), а также требуемой эффективности по улавливанию SO_x.

Реагент на основе извести вводится в топку в виде известкового молока (полусухим способом) или в виде увлажненного порошка (в сухом способе).

Распыленная форма реагента при контакте с горячими дымовыми газами становится сухой; затем происходит реакция между гидратированной известью и SO_x (в основном SO_2) в дымовых газах. Твердый продукт реакции собирается нижестоящим пылеулавливающим оборудованием (например, рукавным фильтром), и часть его рециркулируется. Рециркуляция этого продукта реакции осуществляется через резервуар для приготовления известковой суспензии, что позволяет снизить массовый расход извести и, следовательно, эксплуатационные расходы проекта. $Ca(OH)_2$, когда он реагирует с SO_2 , превращается в смесь сульфата кальция (гипса) и сульфита. Одним из многих преимуществ этого процесса является то, что отпадает необходимость в установке для очистки воды.

Метод впрыска сорбента в воздухопровод не требует дополнительного пространства или корпуса реактора в тракте дымовых газов и может быть легко установлена на старых или существующих установках, которые не оснащены надлежащим оборудованием для обессеривания. Эта система является частью процесса инъекции сорбента при более низкой температуре.

Дополнительная активация сорбента может быть достигнута путем распыления воды на дымовые газы после точки впрыска сорбента, куда фактически подается сорбент. Часть CaO , которая не вступила в контакт или не вступила в реакцию, теперь превращается в $Ca(OH)_2$, который более реакционноспособен по отношению к SO_2 , образуя сульфит кальция, часть которого далее окисляется до сульфата кальция.

Na_2CO_3 также может использоваться в качестве сорбента, где Na_2SO_4 является побочным продуктом, который растворим и требует специального обращения. В таблице 5.8 приведены эксплуатационные затраты для сухой и мокрой технологии очистки газообразных выбросов.

Таблица .. Эксплуатационные затраты для сухой и мокрой технологии очистки газообразных выбросов [37].

№ п/п	Наименование	"мокрая"	"полусухая"
1	2	3	4
1	Расход сжатого воздуха, $nm^3/ч$	60	720 – 1160
2	Расход сорбента, т/ч	3 – 4 ($CaCO_3$, 97% чистоты)	2,85 – 3 ($Ca(OH)_2$, 100% активный агент)
3	Расход воды, $m^3/ч$	51 – 60	23
4	Расход электроэнергии (без эксгаустера и вентилятора), кВт/ч	2 400	200
5	Продукт реакции без пыли, т/ч	4,5 – 5,5 (гипс)	2,9 – 3,8 (отход $CaSO_3$)

Достигнутые экологические выгоды

Обычная эффективность удаления серы составляет 80 – 85 %, но более высокая эффективность может быть достигнута, если организовать распыление воды после точки впрыска сорбента в канал дымовых газов (что реактивирует свободные сорбенты в дымовых газах), путем рециркуляции отработанного сорбента и выбора оптимизированное расположение точки впрыска сорбента по отношению к температуре [44].)

Экологические показатели и эксплуатационные данные

На Магнитогорском металлургическом комбинате (2016 г.) провели реконструкцию сероулавливающей установки № 4 аглофабрики № 3. Реконструкция СУУ-2 позволила взять на очистку весь объем газа, отходящий от аглофабрики № 2, а это 1 млн 400 тыс. Нм³/час газа, со степенью очистки от диоксида серы до 95 % и взвешенных веществ до 97 % [45].

Кросс-медиа эффекты

Вследствие вспрыскивания сорбента в газоход образуются отходы в виде сульфита кальция CaSO₃, который может использоваться для обратной засыпки шахт, отсыпке дорог, либо направляться в отвал.

Технические соображения, касающиеся применимости

Общеприменимо.

Экономика

В зависимости от применяемого метода в каждом конкретном случае.

Движущая сила внедрения

Требования экологического законодательства. Снижение выбросов SO₂ в атмосферный воздух. Сокращение расходов сырья. Экономические выгоды.

5.3.9.4. Установки одинарного контактирования

Описание

Технологический процесс получения серной кислоты стандартным контактным способом основан на преобразовании SO₂ в SO₃ с помощью серии из нескольких слоев катализаторов.

Технологическое описание

Обжиговые газы, после очистки их от основного количества пыли в сухих электрофильтрах, поступают на промывку. После очистки в промывных системах обжиговые газы поступают в сушильное отделение. Осушенный газ поступает в контактные аппараты для окисления сернистого ангидрида в серный.

Окисление диоксида серы (SO₂) до триоксида (SO₃) происходит по реакции:



Процесс окисления диоксида серы происходит в контактных аппаратах на четырех слоях ванадиевого катализатора. В качестве катализатора используются контактные массы различных марок в виде гранул, таблеток или колец. В процессе реакции окисления диоксида серы происходит выделение тепла. Тепло, выделяемое в процессе реакции, используется для нагревания газа, поступающего на окисление.

После контактных аппаратов газ поступает в абсорбционное отделение. Сущность процесса абсорбции состоит в поглощении серной кислотой триоксида серы из газовой фазы. Абсорбция серного ангидрида производится в моногидратных абсорберах серной кислотой концентрацией 97,5 – 98,3 %, поступающей на орошение с температурой 55 – 80 °С.

Очищенный газ очищаются от брызг и тумана серной кислоты с помощью фильтров-туманоуловителей.

Достигнутые экологические выгоды

Снижение выбросов SO₂.

Экологические характеристики и эксплуатационные данные

Необходимым условием нормального течения процесса абсорбции является равномерное распределение орошающей кислоты по сечению абсорбера, а также стабильность концентрации и температуры кислоты. Равномерное распределение орошающей кислоты по сечению башни достигается при помощи распределительной плиты, расположенной внутри башни над насадкой.

Технология одинарного контактирования используется для переработки металлургических газов цинкового производства Усть-Каменогорского металлургического комплекса. Степень контактирования составляет не ниже 96 %. Концентрация SO₂ на входе перед контактным аппаратом – не менее 7 %, на выходе – 0,3 %.

Кросс-медиа эффекты.

При отсутствии этапа предварительной очистки газа степень конверсии достаточная низкая.

Технические соображения, касательно применимости

Общеприменимо.

Экономика

В зависимости от применяемого метода в каждом конкретном случае.

Движущая сила внедрения

Требования экологического законодательства.

5.3.9.5. Двойное контактирование/двойная абсорбция

Описание

Принцип метода двойного контактирования состоит в том, что после частичного окисления сернистого ангидрида в серный, технологический газ выводят из контактного аппарата с целью дальнейшего его окисления.

Технологическое описание

Наличие триоксида серы тормозит конверсию двуокиси серы и поэтому для достижения более эффективной конверсии двуокиси серы наиболее часто применяется процесс с двойным контактом/двойной абсорбцией в тех случаях, когда содержание диоксида серы в газе достаточно высоко. В этом случае триоксид серы поглощается в 98 % серной кислоте после второго или третьего прохода, что позволяет добиться конверсии большего количества диоксида серы при последующих проходах. После этого идет следующая стадия абсорбции триоксида серы. В ходе данного процесса двуокись серы, содержащаяся в газе, превращается в трехокись серы под действием контакта, когда газы проходят через слой катализатора из пентоксида ванадия. Основными особенностями метода двойного контактирования, которые необходимо учитывать при данном процессе, являются повышенная концентрация сернистого ангидрида в газе и наличие промежуточной абсорбции. Общими преимуществами систем двойного контактирования с двойной абсорбции являются:

- общая эффективность и изученность технологических решений;

- отсутствие жидких сточных вод и соответственно дополнительных расходов по их очистке и нейтрализации;

- высокие фонды рабочего времени технологических систем и отдельного оборудования;

- относительно низкие рабочие температуры рабочих сред;

- легко осуществимые пуск и остановка.

При двойном контактировании выход энергетического пара гораздо ниже, в сравнении с системами одинарного контактирования в связи с затратами тепла на промежуточный подогрев газа перед второй стадией контактирования.

Достигнутые экологические выгоды

Сокращение выбросов диоксида серы в атмосферу. Снижение затрат на сырье и материалы. Исключено образование сточных вод, и как следствие необходимость их очистки.

Экологические показатели и эксплуатационные данные

Применение метода двойного контактирования позволяет значительно уменьшить содержание SO_2 в хвостовых газах, кроме того, уменьшается объем газа в контактном и абсорбционном отделениях. Степени контактирования варьируется в пределах 99 – 99,8 % при концентрации диоксида серы в отходящих газах не выше 0,03 %.

Рекомендуемая температура эксплуатации должна быть ниже максимальных температур катализатора на 20 °С. Соблюдение данного условия обусловлено

возможными колебаниями концентрации SO_2 при использовании в качестве сырья, отходящих печных газов. Эти колебания могут вывести из строя катализатор. Тот же эффект достигается при более низких температурах, и, следовательно, очень важно поддерживать необходимый уровень температуры, примерно на 10 – 30 °С выше стандартной, что приводит к значительному снижению скорости конверсии.

Удаление примесей (предварительная очистка) перед процессом двойного контактирования необходима для защиты катализатора и получения серной кислоты товарного качества. Очистка позволяет снизить концентрации большинства металлов до приемлемых уровней в производимой кислоте. Предварительная очистка потока газа обычно включает ряд стадий в зависимости от загрязняющего вещества, присутствующего в газовом потоке. Эти стадии могут включать охлаждение с рекуперацией тепла, горячий электростатический фильтр, очистку для удаления ртути и т. п., а также мокрый электростатический фильтр. Слабая кислота, образующаяся в секции очистки газа, обычно содержит 1 – 50 % H_2SO_4

Из трубы могут выбрасываться кислотные туманы, и там, где это необходимо, можно использовать туманоуловители свечного типа или мокрые скрубберы.

Кросс-медиа эффекты

Образование твердых или жидких растворов (слабые кислоты), которые требуют обработки и/или утилизации. Необходимость очистки от брызг и тумана серной кислоты.

Технические соображения, касающиеся применимости

Данный метод применяется в процессах с использованием сульфидного сырья. Для сокращения выбросов SO_2 в отходящих газах менее 0,5 – 1 кг/т серной кислоты, необходимо либо снижение исходной концентрации SO_2 в газе, что приведет к ухудшению технико-экономических показателей работы системы, либо строительство дополнительной установки доочистки отходящих газов.

Любые NO_x , присутствующие в очищаемых на установке серной кислоты газах, абсорбируются производимой кислотой. Если концентрации высокие, то получается коричневая кислота, а это может быть неприемлемо для рынка сбыта. Если серная кислота коричневая в связи с органическими соединениями, можно добавить перекись водорода для удаления цвета.

В 2007 году технология производства серной кислоты из металлургических газов с использованием установки двойного контактирования, разработанная фирмой "SNC Lavalin", была внедрена на Усть-Каменогорском металлургическом комплексе. На установку для производства серной кислоты направляются сернистые печные (с

содержанием SO_2 – 8 – 25 %) и конвертерные газы (SO_2 – 1 – 6,4 %). Проектная концентрация диоксида серы перед входом в контактный аппарат составляет 12,3 %. Концентрация получаемой серной кислоты серная кислоты 92,5 – 94 % и 98 – 98,5 %.

Позже, в октябре 2009 года похожая технология была внедрена на Среднеуральском медеплавильном заводе для переработки отходящих газов металлургического производства. Концентрация диоксида серы перед входом в контактный аппарат составляет около 9 %, что является оптимальным для получения серной кислоты. Степень преобразования диоксида серы в триоксид по схеме ДК/ДА составляет минимум 99,7 %.

Экономика

Конверсия с двойным контактом/двойной абсорбцией сложная и дорогая. Гипс может производиться для внешних продаж. Эти возможности могут привести к экономии энергии и меньшему образованию отходов, но затраты следует сравнить для конверсии в местных условиях. Если рынок сбыта для гипса отсутствует, то следует предусмотреть затраты на свалку гипса.

Движущая сила внедрения

Снижение выбросов в атмосферный воздух. Экологическое законодательство. Экономические выгоды.

5.3.9.6. Утилизации диоксида серы методом мокрого катализа

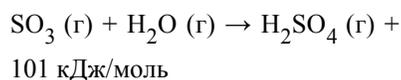
Описание

Обработка влажных технологических газов, основанная на извлечении газообразного диоксида серы и получении серной кислоты товарного качества.

Технологическое описание

Одной из широко применяемых технологий мокрого катализа, является процесс (WSA -"серная кислота из мокрого газа"), который представляет собой каталитический процесс переработки влажного технологического газа, который восстанавливает SO_2 в виде концентрированной серной кислоты без добавления химикатов или абсорбентов, разработанный компанией Haldor Topse A/S в середине 1980-х годов. Серосодержащие газы свинцового производства после очистки их от основного количества пыли в сухих электрофильтрах, с температурой 300 – 400 °С, поступают в коллектор перед промывкой газов, откуда газ распределяется по промывным системам. Затем газ охлаждается до требуемой температуры и очищается от вредных примесей. Сущность процесса очистки газа состоит в выделении из состава газа примесей, присутствие которых отрицательно влияет на ход технологического процесса и ухудшает качество выпускаемой продукции. К таким примесям относятся: пыль, которая увеличивает гидравлическое сопротивление аппаратуры, мышьяк, фтор, селен, ртуть, которые являются отравителями ванадиевого катализатора. После предварительного нагрева очищенный газ поступает в конвертер, который содержит ванадиевый катализатор,

который был специально разработан для данного применения. В присутствии катализатора SO_2 преобразуется в SO_3 . В зависимости от концентрации SO_2 и требуемой степени конверсии используется один или несколько слоев. При использовании нескольких слоев охлаждение между слоями может осуществляться различными способами в зависимости от теплового баланса установки. Горячий воздух, вырабатываемый в конденсаторе WSA, используется для нагрева исходного газа, поступающего на установку после промывного отделения. На выходе из конвертера газ охлаждается, что позволяет образовавшемуся SO_3 реагировать с водяным паром с образованием серной кислоты в газовой фазе.



Охлажденный газ поступает в конденсатор WSA, который конденсирует сернистый газ с образованием жидкого продукта.

Достигнутые экологические выгоды

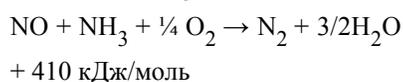
Степень преобразования диоксида в триоксид серы в большинстве случаев составляет 98 %. Процесс (WSA) основан на конденсации кислоты (а не на поглощении), которая особенно подходит для газов, содержащих 1 – 4 % SO_2 . Отсутствие необходимости предварительной осушки технологического газа перед подачей его на установку WSA, способствует исключению образования сточных вод и потери серы.

Экологические показатели и эксплуатационные данные

Основными особенностями процесса являются:

- 95 – 99 % удаление и восстановление содержания серы;
- производится серная кислота товарного качества;
- рекуперация технологического тепла;
- низкое потребление воды для охлаждения;
- отсутствие отходов сточных вод.

Процесс легко адаптируется к работе с газами, содержащими примеси, такие как NO_x . Перед конвертером SO_2 может быть установлен реактор селективной каталитической нейтрализации (SCR) для обработки NO_x . Аммиак вводится в поток газа перед реактором SCR в стехиометрическом количестве по отношению к NO_x в газе. NO_x преобразуется в азот и воду в соответствии с реакцией:



Технология WSA была внедрена на Усть-Каменогорском металлургическом комплексе в 2004 году, для утилизации газов свинцового и цинкового производства.

Степень конвертирования составляет не ниже 98 %. Концентрация SO_2 на входе перед контактным аппаратом – не более 6,5 %, на выходе – 0,13 %. Установка позволяет получать серную кислоту с концентрацией 97,5 – 98 % и 92,5 – 94 % после разбавления.

Кросс-медиа эффекты

Образование твердых или жидких растворов (слабые кислоты), которые требуют обработки и/или утилизации. Необходимость очистки от брызг и тумана серной кислоты.

Технические соображения, касающиеся применимости

Процесс WSA является автотермическим для концентраций SO_2 от 3 – 5 %, однако для газов ниже 3%, требуется дополнительное тепло, которое обычно подается с помощью газового нагревателя. При концентрациях свыше 6 % SO_2 , процесс WSA требует разбавления воздухом для контроля температуры в слое катализатора, что приводит к увеличению объема кислотной установки.

Газ, обрабатываемый установкой WSA, должен быть свободен от твердых частиц. Содержание пыли должно быть снижено до ниже 1 – 2 мг/Нм³ для уменьшения накопления пыли на катализаторе. Поэтому для WSA может потребоваться дополнительная система мокрой газоочистки, в зависимости от применения.

Экономика

В зависимости от применяемого метода в каждом конкретном случае.

Движущая сила внедрения

Требования экологического законодательства. Снижение выбросов SO_2 в атмосферный воздух. Сокращение расходов сырья. Экономические выгоды.

5.3.10. НДТ, направленные на сокращение и (или) предотвращение выбросов NO_x от организованных источников выбросов

Первичные меры предотвращения и (или) сокращения выбросов NO_x описаны в пункте 5.3.3.

5.3.10.1. Использование горелок с низким образованием NO_x

Описание

Техническое решение основано на принципах снижения пиковой температуры пламени. Смешивание воздуха и топлива снижает доступность кислорода и как следствие пиковую температуру пламени, тем самым замедляя процесс превращения содержащегося в топливе азота в NO_x и образование термических NO_x при сохранении высокой эффективности сгорания топлива

Техническое описание

Конструкции горелок с низким выделением NO_x (непрямое сжигание) различаются в деталях, но в большинстве конструкций реализуется ступенчатое сжигание топлива в пределах факела каждой отдельной горелки. Количество первичного воздуха снижается

до 6 – 10 % от требуемого по стехиометрии для горения (обычно 10 – 15 % в традиционных горелках). Осевой воздух подается с большой скоростью через внешний канал. Уголь вдувается через центральную трубу или через средний канал. Третий канал используется для вихревого воздуха. Закрутка воздуха осуществляется специальными лопатками, расположенными вблизи сопла горелки.

Азот в топливе в основном находится в термически неустойчивых фрагментах органических соединений и при нагревании и горении переходит в летучие соединения. Считается, что преобразование летучих в условиях нехватки кислорода приводит к формированию промежуточных радикалов, которые восстанавливают образовавшиеся оксиды азота в молекулярный азот N_2 . За пределами зон выделения и горения летучих образования оксидов NO_x из азота топлива не происходит.

Эффект этой конструкции горелки заключается в очень быстром воспламенении топлива, особенно при наличии в топливе летучих соединений, при недостатке кислорода в атмосфере, что ведет к снижению образования NO_x .

Достигнутые экологические выгоды

Снижение выбросов NO_x .

Экологические показатели и эксплуатационные данные

Высокоэффективные низкоэмиссионные горелки Ferroflame™ Low NO_x для установок окомкования с подвижной колосниковой решеткой может снизить выбросы NO_x на 80 % по сравнению с традиционными конструкциями горелок. Горелка Ferroflame Low NO_x также может повысить качество продукции благодаря улучшенной однородности температуры в печи и подходит для использования с газообразным и жидким топливом.

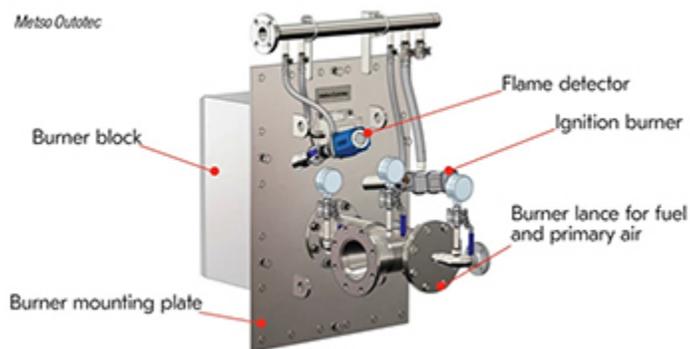


Рисунок .. Низкоэмиссионные горелки Ferroflame™ Low NO_x

Кросс-медиа эффекты

Отсутствуют.

Технические соображения, касающиеся применимости

Применение горелок не всегда сопровождается снижением выбросов NO_x . Установка горелки должна быть оптимизирована. Если первоначальная горелка

работает с малым процентом первичного воздуха, горелка с низким выделением NO_x будет иметь предельный эффект.

Экономика

Более ощутимая экономия средств определяется при сравнении энергоэффективности газовых нагревателей с низким уровнем выбросов NO_x с обычными типами дымоходов. Газовые обогреватели с проблемами выбросов являются дымоходными и по своей природе теряют значительную энергию в виде горячих дымовых газов в атмосферу. Кроме того, выбор места размещения дымоходных нагревателей сильно затруднен из-за ограничений на установку дымохода.

В отличие от этого специальные газовые нагреватели с низким уровнем выбросов не требуют системы дымохода. Кроме того, с появлением датчиков кислородного истощения и термостатических регуляторов они не возлагают критических надежд на вентиляцию, как это было раньше. Эти обогреватели можно расположить более удобно и централизованно, чтобы обеспечить оптимальное распределение теплого воздуха. По определению, газовые нагреватели с низким содержанием NO_x без флюса эффективны на 100 %, поскольку вся ТЭ, выделяемая пламенем, преобразуется в полезное тепло.

Движущая сила внедрения

Требования законодательства.

5.3.10.2. Применение селективного каталитического восстановления (СКВ) и селективного некаталитического восстановления (СНКВ) после обеспыливания и очистки от кислых газов

Описание

Если выбросы NO_x не могут быть эффективно сокращены с помощью первичных мер, может потребоваться очистка дымовых газов.

В настоящее время разработаны две технологии химической очистки дымовых газов от оксидов азота:

СКВ оксидов азота аммиаком на сотовых керамических катализаторах (СКВ-технологии);

СНКВ оксидов азотов аммиака (СНКВ-технологии).

Техническое описание

Селективное каталитическое восстановление является наиболее эффективным средством снижения выбросов NO_x. В состав системы СКВ входят:

- 1) каталитический реактор;
- 2) система подачи реагента.

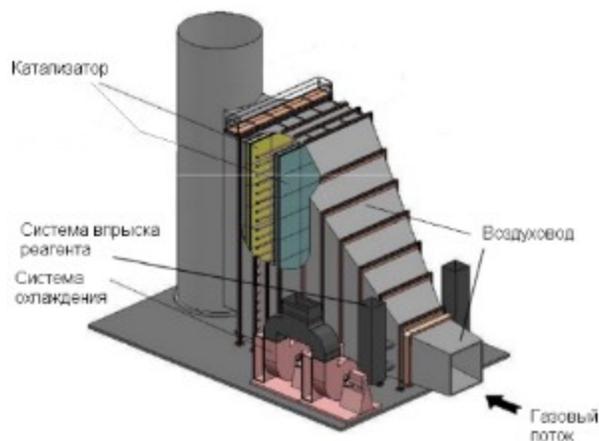


Рисунок .. Схематичное изображение системы СКВ

Каталитическая газоочистка представлена химическими процессами восстановления газом-восстановителем до простейших составляющих. Конечным продуктом реакции являются безопасные компоненты – пары воды, углекислый газ, азот. Восстановительный агент (реагент), инжектируется в поток дымовых газов до катализатора. Вблизи поверхности катализатора происходят с разной степенью интенсивности восстановительные реакции, в результате которых оксиды азота переходят в молекулярный азот. Скорость подачи и расход восстановителя определяются концентрацией NO_x на входе и выходе из системы очистки. Инжекция аммиака осуществляется преимущественно вдувом смеси воздуха с предварительно испаренным и подмешанным безводным аммиаком, реже – впрыском водного раствора аммиака непосредственно в поток. Инжекция карбамида осуществляется преимущественно непосредственным впрыском раствора карбамида в поток дымовых газов. Либо предварительной газификацией и разложением карбамида с получением аммиачно-газовой смеси и последующим вдувом.

Эффективность восстановления оксидов азота с использованием 50 % раствора мочевины составляет около 60 % [68]. Выявлено, что процесс испарения раствора мочевины протекает интенсивно, что ускоряет начало разложения мочевины и, соответственно, реакции восстановления оксидов азота. Падение температуры в зоне испарения влаги не превышает 10 – 25 °С.

Эффективность метода СКВ определяется параметрами:

- 1) система сжигания - вид топлива;
- 2) состав катализатора;
- 3) активность катализатора, его селективность и время действия;
- 4) форма катализатора, конфигурация каталитического реактора;
- 5) отношение $\text{NH}_3 : \text{NO}_x$ и концентрация NO_x ;
- 6) температура каталитического реактора;
- 7) скорость газового потока.

Достигнутые экологические выгоды

Сокращение выбросов NO_x.

Экологические характеристики и эксплуатационные данные

Эффективность очистки в случае использования данного метода – свыше 90 %. В сочетании с технологией сухого подавления позволяет обеспечить соблюдение нижней границы европейских экологических нормативов по NO_x (20 мг/Нм³) [46]. Наиболее эффективно каталитическое восстановление происходит в области 300 – 450 °С. При более высоких температурах окисление аммиака становится более заметным, что может привести к повышенному выделению NO, а при более низких температурах реакция может протекать не до конца и может выделяться аммиак (так называемый "проскок аммиака").

Большинство катализаторов формируется на основе диоксида титана (TiO₂) и пентоксида ванадия (V₂O₅). Диоксид титана – удобный носитель и не отравляется SO₃. Пентоксид ванадия промотирует реакцию взаимодействия аммиака и оксидов азота и мало чувствителен к действию SO_x.

При необходимости восстановить 80 % или более оксидов азота в топочном газе метод СКВ является единственно возможным. Кроме того, метод предполагает совершенствование; его можно успешно сочетать с методами совершенствования системы сжигания для снижения количества оксидов азота.

Данный метод используется на предприятиях Европы, США и Юго-Восточной Азии [47].

В 2009 году завод LКАВ (Швеция) впервые установил систему СКВ.

Кросс-медиа эффекты

Образование и осаждение на стенках технологического оборудования твердого сульфата аммония и расплава бисульфата аммония при выходе из каталитического реактора. Эти соединения – (NH₄)₂SO₄ и NH₄HSO₄, образуются по реакции вводимого аммиака с SO₃, который получается при сгорании высокосернистых топлив. Особенно трудно избежать осаждения солей в воздушном теплообменнике.

Другими проблемами являются: выбросы в атмосферу аммиака и его соединений, а также иных нежелательных продуктов, например SO₃; необходимость использования дополнительных устройств для очистки потока: блок обессеривания и др.; отсутствие надежной аппаратуры для определения количества аммиака в отходящем газе; чувствительность каталитического процесса к температурному режиму и связанные с этим ограничения в загрузке и топлива; замена и дезактивация катализатора удобными с точки зрения охраны окружающей среды методами; надежность устройств очистки и их экономическая целесообразность.

Технические соображения, касательно применимости

Высокая стоимость установки, сложность интегрирования в технологический процесс.

Экономика

В зависимости от применяемого метода в каждом конкретном случае.

Движущая сила внедрения

Сокращение выбросов NOx. Экологическое законодательство.

5.3.11. НДТ, направленные на сокращение и (или) предотвращение выбросов CO от организованных источников выбросов

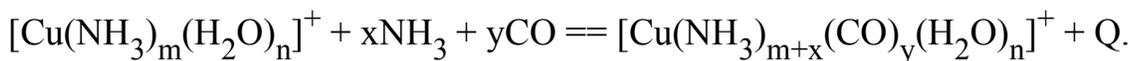
5.3.11.1. Абсорбционная очистка газов с использованием медноаммиачных растворов

Описание

Для очистки газов от оксида углерода используют абсорбцию или промывку газа жидким азотом. Абсорбцию проводят также водно-аммиачными растворами закисных солей ацетата, формиата или карбоната меди [48].

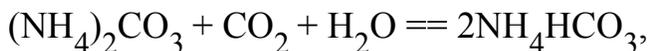
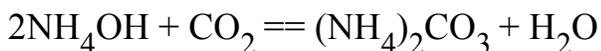
Техническое описание

В случае применения медно-аммиачных растворов образуются комплексные медно-аммиачные соединения оксида углерода:

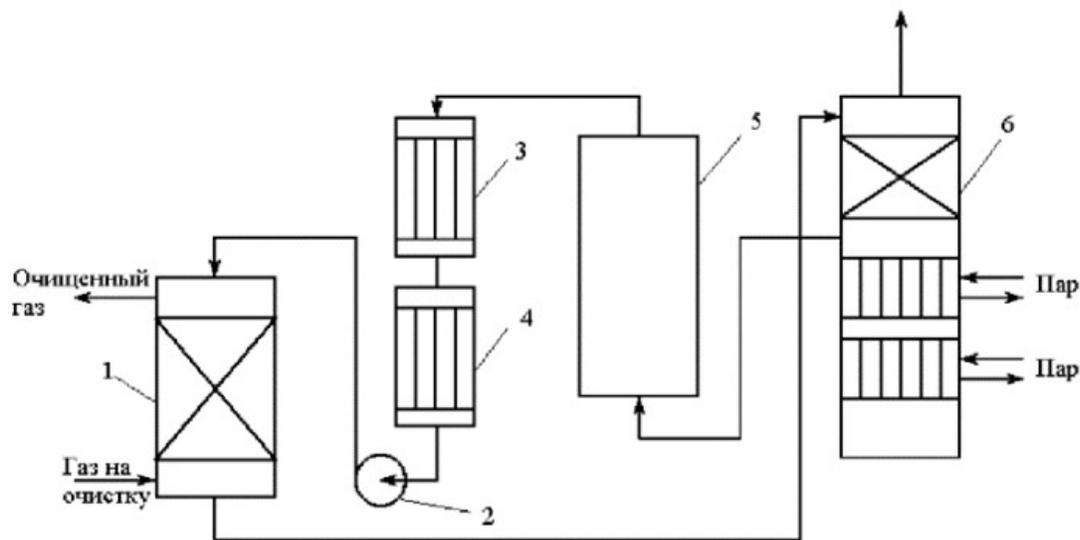


Показано, что наиболее вероятной формой существования одновалентной меди является ион $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}]^+$, образующий с CO ион $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_2 \cdot \text{CO} \cdot \text{H}_2\text{O}]^+$ с выделением одного моля воды.

Раствор имеет слабощелочной характер, поэтому одновременно поглощается и диоксид углерода:



Абсорбционная способность раствора увеличивается с повышением концентрации одновалентной меди, давления CO и уменьшения температуры абсорбции. Соотношение свободных аммиака и диоксида углерода в растворе также влияет на поглотительную способность раствора.



1 – абсорбер; 2 – насос; 3 – водяной холодильник; 4 - аммиачный холодильник 5 – емкость; 6 – десорбер

Рисунок .. Схема установки медно-аммиачной очистки газов [49]

Газ из цеха компрессии под давлением 32 Мпа поступает в скрубберы, орошаемые медно-аммиачного раствора.

Состав азотоводородной смеси (%): H_2 70; N_2 23 – 26; CO 3 – 5; CO_2 1,5 – 2.

После очистки газ, содержащий не более $40 \text{ см}^3/\text{м}^3$ CO и до $150 \text{ см}^3/\text{м}^3$ CO_2 , подается в скрубберы, орошаемые аммиачной водой (на схеме не показан), где он освобождается от остальной CO_2 , и затем в цех синтеза NH_3 . Регенерацию медно-аммиачного раствора проводят путем снижения P и нагревания раствора в 6. В результате предварительного дросселирования медно-аммиачного раствора до 0,8 Мпа из него удаляются растворенные H_2 и N_2 . При дальнейшем дросселировании до 0,1 Мпа и нагревании раствора до 45 – 50 °С происходит разложение медноаммиачного комплекса и выделение CO .

Для нагревания отработанного раствора до 60 °С служит отходящий регенерированный раствор, а для окончательного нагрева до 80 °С – пар. Регенерированный раствор охлаждают последовательно поступающим отработанным раствором, оборотной водой в теплообменнике 3 и испаряющимся жидким NH_3 в холодильнике 4, после чего регенерированный раствор при 10 °С направляют на абсорбцию. В случае необходимости проводят окисление Si^+ продуванием воздуха через регенерированный раствор.

Для разложения углекислого аммония при атмосферном давлении раствор нагревают не выше 80 °С. Поскольку при более высокой температуре медноаммиачный

комплекс разлагается, для более полной регенерации вторую ее ступень проводят в вакууме.

Чтобы предупредить выделение металлической меди при регенерации аммиачного раствора формиата или ацетата меди, к нему добавляют свежую муравьиную или уксусную кислоту.

Окончательную очистку водорода, идущего на синтез аммиака, от оксида углерода производят промывкой газа жидким азотом при температуре порядка $-190\text{ }^{\circ}\text{C}$ под давлением 20 – 25 атм. Этот метод относится к низкотемпературным процессам очистки газов и основан на физической абсорбции CO.

Процесс очистки состоит из трех стадий: предварительного охлаждения и сушки исходных газов; глубокого охлаждения этих газов и частичной конденсации их компонентов; отмывки газов от оксида углерода, метана и кислорода жидким азотом в промывной колонне. Холод, необходимый для создания в установке низких температур, обеспечивается аммиачным холодильным циклом, а также рекуперацией холода обратных потоков азотоводородной фракции и азотного цикла высокого давления.

Характерным для этого процесса является отсутствие стадии десорбции поглощенной примеси из абсорбента: часть испарившегося азота примешивается к водороду и используется в ступени синтеза. Так как промывка ведется чистым абсорбентом, то может быть достигнута любая степень очистки.

Особенность процесса такова, что его можно рассматривать не как абсорбцию, а как ректификацию смеси $\text{N}_2 - \text{CO}$ в токе инертного газа – водорода.

Имеются данные о равновесии в тройной системе $\text{H}_2 - \text{N}_2 - \text{CO}$, анализ которых показывает, что H_2 практически не влияет на растворимость CO в жидком азоте. Поэтому расчет процесса можно проводить по данным для двойной смеси. Полученная по этим данным зависимость растворимости CO в жидком азоте от давления CO над раствором описывается законом Генри.

Минимальный расход азота для промывки 150 м^3 газа, содержащего 6 % CO возможен при $P=2 - 2,6\text{ Мпа}$ и равен $12 - 13\text{ см}^3$.

Температура оказывает очень большое влияние на расход жидкого азота и на высоту колонны.

Расход азота, как и для других процессов физической абсорбции, практически не зависит от концентрации CO и уменьшается почти пропорционально увеличению общего давления.

Достигнутые экологические выгоды

Сокращение выбросов CO.

Экологические характеристики и эксплуатационные данные

Степень очистки зависит от парциального давления СО над регенерированным раствором и общего давления газа.

Кросс-медиа эффекты

Сведения отсутствуют.

Технические соображения, касательно применимости

Применимо.

Экономика

В зависимости от применяемого метода в каждом конкретном случае.

Движущая сила внедрения

Сокращение выбросов СО.

5.3.11.2. Каталитическая очистка газов с использованием реакции водяного пара

Описание

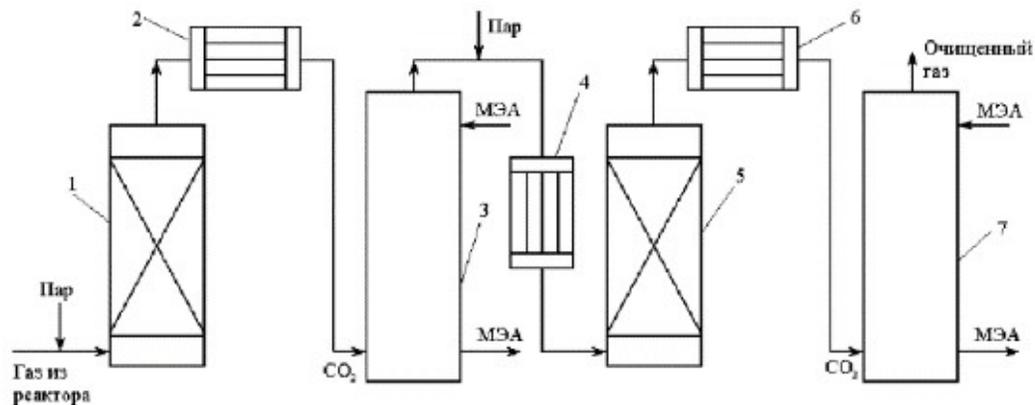
Процесс очистки газовых смесей с высоким содержанием СО с использованием реакции водяного газа (конверсией с водяным паром), проводимой в присутствии окисных железных катализаторов.

Техническое описание

Процесс очистки газовых смесей с высоким содержанием СО осуществляется с использованием реакции водяного газа (конверсией с водяным паром), проводимой в присутствии окисных железных катализаторов:



Процесс применим для очистки водорода, получаемого конверсией природного газа, кроме того, метод используют для изменения соотношения H_2 :СО в синтез-газе, а также для очистки защитной атмосферы, предназначенной для термообработки металлов. Промышленный катализатор конверсии имеет форму таблеток размером 6,4х6,4 или 9,6х9,6 мм. Он содержит от 70 до 85 % Fe_2O_3 и 5 – 15 % промотора Cr_2O_3 . Катализатор относительно устойчив в присутствии сернистых соединений при непродолжительном воздействии капельной влаги; он сохраняет активность вплоть до 600 °С. В случае высоких концентраций СО в исходном газе катализатор в контакторе располагают в несколько слоев, причем необходимо предусмотреть меры для отвода тепла между слоями. Схема процесса представлена на рисунке ниже.



1 – конвертор СО первой ступени; 2, 6 – холодильники; 3 – абсорбер CO_2 первой ступени; 4 – нагреватель газа; 5 – конвертор СО второй ступени; 7 – абсорбер CO_2 второй ступени

Рисунок .. Схема установки для очистки газов от оксида углерода реакцией водяного газа

Газовую смесь, образованную в результате конверсии природного газа с паром и содержащую водород, оксид и диоксид углерода, после выхода из реактора конверсии охлаждают добавкой водяного пара до 370°C и пропускают через конвертор первой ступени (1). Здесь в присутствии катализатора 90 – 95 % СО превращается в CO_2 с образованием эквивалентного количества водорода. Газ охлаждают в водяном холодильнике (2) до $35 - 40^\circ\text{C}$ и извлекают из него диоксид углерода этаноламином. Очищенный газ подогревают, добавляют необходимое количество водяного пара, снова подвергают конверсии и очистке от образовавшегося CO_2 . С целью получения водорода повышенной чистоты иногда процесс проводят в три ступени. После третьей ступени газ имеет состав: 99,7 % (об.) H_2 ; 0,02 % СО; 0,01 % CO_2 ; 0,27 % CH_4 .

Достигнутые экологические выгоды

Сокращение выбросов СО.

Экологические характеристики и эксплуатационные данные

Преимущества: отсутствие токсичных отходов, выбрасываемых в природные среды; экономичность; доступность растворителя – воды, относительная простота технологического процесса и применяемых аппаратов.

Недостатки: небольшая поглотительная емкость воды по CO_2 , недостаточная чистота выделяемого CO_2 [50].

Степень очистки зависит от парциального давления СО над регенерированным раствором и общего давления газа.

Кросс-медиа-эффекты

Потребление воды.

Технические соображения, касательно применимости

Применимо.

Экономика

В зависимости от применяемого метода в каждом конкретном случае.

Движущая сила внедрения

Сокращение выбросов CO.

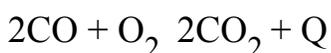
5.3.11.3. Очистка газов с термическим некаталитическим дожиганием и каталитическим дожиганием

Описание

Для окисления оксида углерода используют марганцевые, медно-хромовые и содержащие металлы платиновой группы катализаторы. В зависимости от состава отходящих газов в промышленности применяют различные технологические схемы очистки.

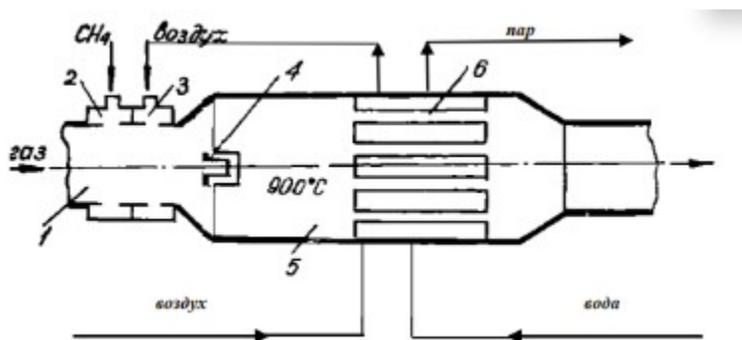
Техническое описание

Суть метода заключается в окислении CO до CO₂ кислородом воздуха:



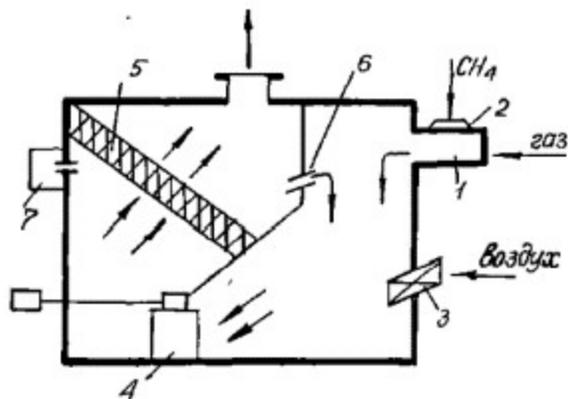
Процесс осуществляется в двух вариантах: термическим некаталитическим дожиганием при температуре 900 – 1000 С, и каталитическим дожиганием при температуре 350 – 400 С.

Схема установок приведена на рисунках ниже.



1 – газход; 2,3 – патрубок; 4 – запальная свеча; 5 – камера дожигания; 6 – теплообменный утилизатор

Рисунок .. Некаталитическое дожигание CO



1 – газоход; 2 – патрубок; 3 – заслонка; 4 – вентилятор; 5 – заслонка.

Рисунок . Каталитическое дожигание СО

Действие установки некаталитического дожигания СО заключается в следующем: в газоход подают газы на очистку, сюда же поступают топливо и воздух. С помощью запального устройства газовая смесь поджигается и горит в камере дожигания. Температура газа на выходе из камеры 1100 – 1200 С, поэтому рационально устанавливать за камерой теплообменники, в которых температура дымовых газов уменьшается до 200 – 300 С. В случае невозможности термического дожигания используют каталитическое дожигание СО. В этом случае используются аппараты со слоем никелевого или платинового катализатора, нанесенные на оксид алюминия. После предварительного подогрева очищаемого газа до температуры 200 – 300 С газовая смесь направляется на очистку. Обычно подогревание осуществляют за счет байпаса очищенных газов, а при запуске установки – за счет сжигания определенного количества топлива. На катализаторе процесс идет при температуре 300 – 350 С. Возможно использование катализатора гопкалит, представляющего собой катализатор на основе MnO_2 с добавлением 20 % оксидов меди. Температура процесса около 250 С [51]. Происходящие на катализаторе окислительные реакции экзотермичны, что приводит к сильному разогреву продуктов катализа. Конвертированные газы при температуре до 700 °С передают в котел-утилизатор, обеспечивающий производство перегретого до 380 °С водяного пара под давлением 4 Мпа. Выходящие из котла-утилизатора обезвреженные газы при температуре около 200 °С дымососом через дымовую трубу эвакуируют в атмосферу. При обработке 60 тыс. м³/ч отходящих газов расход электроэнергии составляет 500 кВт, производится пара 26,5 т/ч [52].

Достигнутые экологические выгоды

Сокращение выбросов СО.

Экологические характеристики и эксплуатационные данные

Благодаря применению катализаторов можно достичь высокой степени очистки газа, достигающей в ряде случаев 99,9 % [53].

В доменном цехе ЗСМК (ЕВРАЗ, индустриальный партнер НОЦ "Кузбасс") завершился проект по техническому перевооружению воздухонагревателей доменной печи № 2. Производительность печи увеличилась на 8 %, а расход топлива снизился на 6 %. При этом система автоматического контроля ведения технологических процессов позволяет снизить выбросы газообразных веществ, в том числе оксида углерода. Расходы на его реализацию составили порядка 1,9 млрд рублей [54].

"Карельский окатыш" http://karelskyokatysh.severstal.com/rus/press_center/news/document7707.shtml провел испытания цифровой модели управления обжиговой машиной. Управляющую модель специалисты запустили на обжиговой машине №1 при производстве неофлюсованных окатышей. Пилот проходил с декабря 2020 года по март 2021-го. По итогам испытаний удельный расход мазута во время работы модели снизился на 6,4 %, что означает сокращение выбросов оксидов углерода и серы.

Кросс-медиа-эффекты

Наряду с оксидом углерода, в зависимости от условий конкретного производства, в газах могут содержаться и другие токсичные компоненты: диоксид серы, оксиды азота, механические примеси в виде различных пылей.

Из-за присутствия в составе диоксида серы марганцевый катализатор теряет свою активность в течение 3 – 4 ч. Предварительное удаление диоксида серы из газов обеспечивает стабильную работу этого катализатора уже при 150 – 180 °С, а при 220 – 240 °С достигается степень обезвреживания оксида углерода 90 – 96 % при объемных скоростях газа 2000 ч⁻¹. Медно-хромовый катализатор (50 % оксида меди и 10 % оксида хрома) позволяет достичь при 240 °С необходимых степеней конверсии оксида углерода при более высоких объемных скоростях газа (до 20 тыс. ч⁻¹) и большей длительности работы (до 120 ч). Однако при использовании катализаторов этих двух типов степень обезвреживания оксида углерода падает с увеличением объемной скорости обрабатываемых газов, уменьшением температуры процесса и возрастанием содержания оксида углерода в конвертируемых газах, что ограничивает целесообразность применения этих катализаторов.

Технические соображения, касательно применимости

Применимо для новых предприятий и при модернизации существующих.

Экономика

В зависимости от применяемого метода в каждом конкретном случае.

Стоимость изделий, содержащих палладий и другие драгоценные металлы, исходит из двух ключевых показателей: мировая цена на драгоценные металлы и процент и количество благородных металлов в сотах катализатора.

Движущая сила внедрения

Сокращение выбросов СО.

5.3.12. НДТ, направленные на предотвращение и снижение сбросов сточных вод

5.3.12.1. Управление водным балансом горнодобывающего предприятия

Описание

Предприятия горнодобывающей промышленности относятся к числу производств, которые загрязняют окружающую среду сточными водами. В результате их работы происходит истощение запасов подземных вод в ходе осушения и эксплуатации месторождений, а также загрязнение поверхностных вод сбросами карьерных, шахтных и промышленных неочищенных сточных вод.

В данном разделе описаны техники, методы и/или совокупность методов, применяемых для снижения и предотвращения сбросов сточных вод.

Техническое описание

Эффективное управление водными ресурсами имеет важнейшее значение для большинства видов деятельности по добыче и обогащению полезных ископаемых и данный аспект должен тщательно рассматриваться в ходе каждого цикла строительства и эксплуатации горного предприятия – от предварительного согласования и производства до вывода из эксплуатации и закрытия. Для охраны водных ресурсов от воздействия сточных вод и управлению их балансом при процессах добычи и обогащения необходимо выполнение таких мероприятий:

- разработка водохозяйственного баланса горнодобывающего предприятия;
- внедрение системы оборотного водоснабжения и повторного использования воды в технологическом процессе;
- сокращение водопотребления в технологических процессах;
- гидрогеологическое моделирование месторождения;
- внедрение систем селективного сбора шахтных и карьерных вод;
- использование локальных систем очистки и обезвреживания сточных вод.

Достигнутые экологические выгоды

Снижение объемов водопотребления на технологические нужды.

Рациональное использование водных ресурсов.

Снижение количества энергоресурсов, используемых для выдачи сточных вод.

Снижение количества химических реагентов, используемых для дальнейшей очистки сточных вод.

Сокращение объемов или полное исключение сброса сточных вод и концентраций в них загрязняющих веществ.

Снижение биогенной нагрузки на принимающие воды (например, реки, каналы и другие поверхностные водные ресурсы).

Экологические показатели и эксплуатационные данные

Разработка водохозяйственного баланса горнодобывающего предприятия с целью управления водопритокom шахтных и карьерных вод, водопотреблением и водоотведением технологических процессов и операций по добыче и обогащению полезных ископаемых, предусматривает:

перспективный водоприток шахтных и карьерных вод;

возможные изменения режима водопотребления и водоотведения, осушения и водопонижения, в увязке с водохозяйственным балансом;

предотвращение истощения и загрязнения водоносных горизонтов и поверхностных водных объектов;

рациональную организацию водопользования с минимальным объемом потребления свежей воды в технологических процессах;

возможность рециркуляции, очистки отработанной воды и повторного ее использования;

учет водохозяйственной обстановки на прилегающих территориях с целью выявления уязвимых компонентов (малых рек и ручьев, водно-болотных угодий и др.), зависимости местного населения от местных водных ресурсов.

Управление водным балансом горнодобывающего предприятия позволяет учитывать возможные изменения водопритока в горные выработки и водопользования, своевременно перераспределять потоки с целью регулирования гидравлических и других нагрузок на сети и сооружения, рационально использовать водные ресурсы.

Система оборотного водоснабжения обеспечивает многократное использование оборотной воды в технологическом процессе (например, бессточное хвостовое хозяйство с замкнутым водным циклом). Выбор схем оборотного водоснабжения определяется технологическим процессом, техническими условиями к качеству воды. Это позволяет сократить забор воды из природных источников (забор воды необходим только на подпитку системы), сократить объем или полностью исключить сброс сточных вод.

Повторное (последовательное) использование технической воды заключается в употреблении воды, использованной в одном производственном процессе, на другие технологические нужды. Например, вода, нагретая в процессе охлаждения оборудования компрессорной станции, может использоваться в системе отопления или на промывку оборудования перед ремонтом; ливневые сточные воды могут использоваться в процессах пылеподавления, для полива растений, для мойки дорожной техники и т.д. Техника позволяет сократить забор воды из природных источников на технологические нужды.

Учитывая идентичность процессов водоотведения и водоотлива с предприятиями угольной промышленности, может стать полезным опыт Индии в использовании сточных вод шахт. Угольные компании Индии успешно используют шахтные воды – как из действующих, так и из заброшенных шахт. Наиболее яркими примерами реализации проектов являются следующие:

1) вода из шахты NLCIL подается в столичный департамент Ченнаи по трубопроводу длиной 200 км для питьевых нужд. Две насосные станции поставляют в

Ченнаи примерно 19611 тыс. л в день, и эта подача очень помогает удовлетворить потребность в воде, особенно летом;

2) поставка бутилированной воды от WCL – Coal Neer. Установка обратного осмоса (10 000 литров / час) была установлена на руднике и включает поэтапный процесс осаждения, фильтрацию через и обработку через установку обратного осмоса с последующей УФ-обработкой;

3) кроме того, вводится фасованная питьевая вода "COAL NEER" с установкой завода по розливу RFC (мощность – 15000 бутылок в сутки), получившая сертификацию BIS&FSSAI. "COAL NEER" предлагается продавать по цене 7 рупий и 10 рупий за бутылку объемом 500 мл и 1 литр соответственно.

WCL заключила меморандум с MAHAGENCO о предоставлении избыточной шахтной воды в размере 107,6 тысяч кубометров в год для удовлетворения промышленных потребностей в воде для ТЭС. Ранее потребность ТЭС в воде покрывалась Пенчским ирригационным водохранилищем. Теперь сэкономленная вода из водохранилища Пенч используется для удовлетворения растущего спроса на воду в городе Нагпур.

Применение водосберегающих или безводных технологий, характеризующихся низким потреблением воды либо ее полным отсутствием, что позволяет сократить забор воды из природных источников на технологические нужды. Например, дозированная подача воды в производство, автоматическое отключение воды при остановке технологического процесса, кроме процессов охлаждения оборудования.

Разработанная и откалиброванная гидрогеологическая модель позволяет спрогнозировать величины притоков в выработки, в том числе на разные моменты времени в пределах горизонта планирования и на различных горизонтах. Ввиду того, что с течением времени притоки имеют тенденцию к снижению, разработка модели может позволить обосновать постепенную оптимизацию задействованного водоотливного оборудования. При оценке запасов подземных вод гидрогеологическое моделирование позволяет учесть сложную внутреннюю структуру подземной гидросферы, включая гидравлическую связь между водоносными горизонтами и между подземными и поверхностными водами, а также сложные граничные условия

Для района влияния объектов Стойленского ГОКа НТЦ "НОВОТЭК" в 2005 году разработал компьютерную модель фильтрации подземных вод, которая постоянно обновляется и пополняется новыми результатами изысканий и геоэкологического мониторинга подземных вод.

Система раздельного сбора сточных вод заключается в разделении потоков сточных вод по степени и видам загрязнений для проведения локальной очистки оптимальным способом, максимального возврата в процесс очищенной воды; снижения гидравлической нагрузки на очистные сооружения. Техника позволяет сократить объем сброса сточных вод в водные объекты.

Кросс–медиа эффекты

Потребность в дополнительных объемах ресурсов и материалов на организацию системы водооборотного потребления воды.

Затраты на мониторинг качества воды и выявление загрязняющих веществ.

Технические соображения, касающиеся применимости

Представленные методы (конструктивные и технические решения), применимы при технической возможности и экономической целесообразности, могут использоваться как по отдельности, так и в совокупности. Ограничения, связанные с: особенностями технологического процесса; техническими возможностями, конструктивными особенностями производственных объектов; климатическими условиями; качественным составом и объемом сточных вод.

Экономика

В каждом отдельном случае стоимость техники индивидуальна.

Движущая сила внедрения

Требования экологического законодательства. Рациональное использование водных ресурсов. Снижение объемов сбросов сточных вод и загрязняющих веществ.

5.3.12.2. Снижение водоотлива карьерных и шахтных вод

Описание

Поступление воды в выработки характеризуют водоприток. Общий водоприток складывается из притока подземных и поверхностных вод, атмосферных осадков и технической воды, применяющейся в технологических процессах.

Техническое описание

Техника заключается в сокращении воздействия на подземные воды и снижении гидравлической нагрузки на очистные сооружения и водные объекты путем применения отдельно или совместно следующих технических решений:

применение рациональных схем осушения карьерных и шахтных полей;

использование специальных защитных сооружений и мероприятий от поверхностных и подземных вод, таких как водопонижение и/или противодиффузионные завесы и др.;

оптимизация работы дренажной системы;

изоляция горных выработок от поверхностных вод путем регулирования поверхностного стока;

отвод русел рек за пределы горного отвода;

недопущение опережающего понижения уровней подземных вод;

предотвращение загрязнения шахтных и карьерных вод в процессе откачки.

Достигнутые экологические выгоды

Рациональное использование водных ресурсов.

Сокращение объемов сточных карьерных и шахтных вод.

Снижение биогенной нагрузки на принимающие воды (например, реки, каналы и другие поверхностные водные ресурсы).

Экологические показатели и эксплуатационные данные

В горной практике для осушения карьерных и шахтных полей применяются поверхностный, подземный и комбинированный способы.

Для осушения и защиты горных выработок от поверхностных и подземных вод применяются: водопонижающие скважины, оборудованные глубинными насосами; вакуумное водопонижение; подземные системы осушения, (дренажные штреки с фильтрами и колодцами и т.п, в период эксплуатации подземного месторождения функции дренажных выполняют также основные горные выработки.); самоизливающие и поглощающие скважины; иглофильтровые установки; прибортовой дренаж; дренажные зумпфы, траншеи, канавы (в том числе, закрытые) и т.п.

На ОАО "Стойленский ГОК" осушение карьера ведется подземным дренажным комплексом – Дренажной шахтой на глубине более 200 м, перехватывающим основную часть потока подземных вод за пределами карьера по его контуру, и внутрикарьерными прибортовыми дренами – они перехватывают "проскок" подземных вод, выходящих на откосы карьера. Протяженность выработок Дренажной шахты достигает 56 км. В эксплуатации – 260 восстающих дренажных скважин. Откачка всех дренажных вод и атмосферных осадков производится главным водоотливом шахты. Производительность водоотлива достигает 7200 м³/ч. Для этого главный водоотлив оборудован 11 насосами ЦНС 850 – 240. Обоснованная "НОВОТЭК" возможность использовать дренажные воды для хозяйственно-питьевого водоснабжения СГОК покрыла его потребность в чистой воде. Реализация водоснабжения выполнена 5 насосами ЦНС 300х300. Опыт эксплуатации системы осушения карьера и проектные решения по развитию дренажных работ на карьере СГОКа убедительно доказывают правильность выбранной стратегии защиты месторождения от подземных и поверхностных вод, ориентированной на подземный способ осушения.

Выбор видов и систем защиты горных выработок, типов защитных сооружений, устройств и мероприятий должен учитывать изменяющиеся с течением времени, по мере разработки месторождения, производственные и природные условия, форму и размеры защищаемого пространства.

Системы защиты, их развитие, конструкции защитных сооружений и устройств, защитные мероприятия должны быть взаимоувязаны с системами, методами и развитием разработки месторождения.

Регулирование поверхностного стока дождевых, талых и технических вод производится в пределах шахтного поля и самого карьера (площадок уступов, откосов, dna), а также в пределах некоторой полосы вокруг карьера.

Мероприятия по регулированию поверхностного стока сводятся к устройству нагорных и водоспускных канав, планировке территории вокруг карьера (с приданием поверхности уклона в сторону нагорных канав), а также к планировке площадок уступов.

Система отвода дождевых, талых и технических вод должна увязываться со всей системой дренажа месторождения; при этом в ряде случаев оказывается целесообразным применение единых водоотливных средств путем использования общих водосборников и насосов, устройства водосбросных скважин и т.д.

Отвод и осушение рек и водных коллекторов (озер, прудов, болот) применяется в тех случаях, когда обводнение карьера или шахты за счет поступления вод из них достаточно существенно. Реку или ручей отводят в новое забетонированное русло, также эффективным является отвод речных вод по трубам. Если русло реки проходит по слабопроницаемым покровным отложениям, то иногда бывает возможно отказаться от бетонирования, что должно подтверждаться фильтрационным расчетом.

Кросс–медиа эффекты

Финансовые затраты. Потребность в дополнительных объемах ресурсов и материалов.

Противофильтрационные завесы, в отличие от водопонижения, не влекут за собой образования вредных стоков и истощения ресурсов подземных вод и не вызывают деформаций горных пород, земной поверхности и сооружений в районе защищаемых объектов.

Высокие капитальные и эксплуатационные затраты, необходимость проведения и поддержания в рабочем состоянии горных выработок при подземном способе осушения на карьерах.

Технические соображения, касающиеся применимости

Представленные методы общеприменимы, могут использоваться как по отдельности, так и в совокупности.

Применимость способов осушения определяется исходя из горно-геологических, гидрогеологических и горнотехнических условий разрабатываемого месторождения.

Целесообразность отвода и изоляции постоянного коллектора обосновывается технико-экономическим расчетом, путем сопоставления стоимости отвода и тех дренажных мероприятий, которые нужно осуществить для обеспечения нормального хода горных работ на весь период эксплуатации месторождения.

Экономика

В каждом отдельном случае стоимость техники индивидуальна.

Движущая сила внедрения

Требования экологического законодательства. Рациональное использование водных ресурсов. Снижение объемов сбросов сточных вод и загрязняющих веществ.

5.3.12.3. Управление поверхностным стоком территории наземной инфраструктуры.

Описание

Методы или их совокупность для снижения негативного воздействия на водные объекты.

Техническое описание

Технологические операции по управлению поверхностным стоком включают:

организацию системы сбора и очистки поверхностных сточных вод с породных отвалов;

перекачку сточных вод из гидротехнических сооружений при отвалах в хвостохранилище;

отведение поверхностного стока с ненарушенных участков в обход нарушенных участков, в том числе и выровненных, засеянных или озелененных, что позволит минимизировать объемы очищаемых сточных вод;

очистку поверхностного стока с нарушенных и загрязненных участков территории с повторным использованием очищенных сточных вод на технологические нужды;

организацию ливнестоков, траншей, канав надлежащих размеров; оконтуривание, террасирование и ограничение крутизны склонов; применение отмостков и облицовок с целью защиты от эрозии;

организацию подъездных дорог с уклоном, оснащение дорог дренажными сооружениями;

выполнение фитомелиоративных работ биологического этапа рекультивации, осуществляемых сразу же после создания корнеобитаемого слоя с целью предотвращения эрозии.

Достигнутые экологические выгоды

Использование перечисленных техник позволяет: сократить риск загрязнения почв, подземных и поверхностных вод, обусловленный инфильтрацией загрязненных поверхностных сточных вод с территории породных отвалов угледобывающих предприятий; снизить негативное воздействие на водные объекты за счет сокращения объема сброса загрязненных сточных вод в водный объект.

Экологические показатели и эксплуатационные данные

Техника предусматривает управление ливневыми и талыми сточными водами территории наземной инфраструктуры горнодобывающего предприятия с учетом особенности размещения предприятия и его специфики с целью сведения к минимуму попадания ливневых и талых сточных вод на загрязненные участки, отделения чистой воды от загрязненной, предотвращения эрозии незащищенных участков почвы, предотвращения заиливания дренажных систем.

Организация системы водоотводных канав по контуру внешних отвалов вскрышных и вмещающих пород с учетом особенности территории размещения

предприятия и его специфики, первичное осветление поверхностных сточных вод в оборудованном отстойнике и, при необходимости, их дальнейшая доочистка на локальных комплексах очистки сточных вод.

Кросс–медиа эффекты

Потребность в дополнительных объемах ресурсов и материалов.

Технические соображения, касающиеся применимости

Общеприменимы, могут использоваться как по отдельности, так и в совокупности.

Экономика

В каждом отдельном случае стоимость техники индивидуальна.

Движущая сила внедрения

Требования экологического законодательства. Рациональное использование водных ресурсов. Снижение объемов сбросов сточных вод и загрязняющих веществ.

5.3.12.4. Применение современных методов очистки сточных вод

Применение эффективных методов очистки сточных вод (шахтных, карьерных) с целью снижения уровня загрязнения сточных вод веществами, содержащимися в горной массе, продукции или отходах производства.

Выбор технологических подходов, методов, мер и мероприятий, направленных на очистку сточных вод, определяется составом сточных вод, особенностями технологического процесса, техническими условиями к качеству воды (в случае оборотного водоснабжения или повторного использования), нормативами допустимого сброса, установленными с учетом качества воды водного объекта - приемника сточных вод.

Для определения оптимального способа минимизации объемов конечных стоков и концентрации в них загрязняющих веществ необходимо принимать во внимание следующие наиболее важные факторы:

- процесс, являющийся источником стоков;
- объем воды;
- загрязняющие вещества и их концентрации;
- возможности внутреннего повторного использования;
- доступность водных ресурсов.

5.3.12.4.1. Осветление и отстаивание

Описание

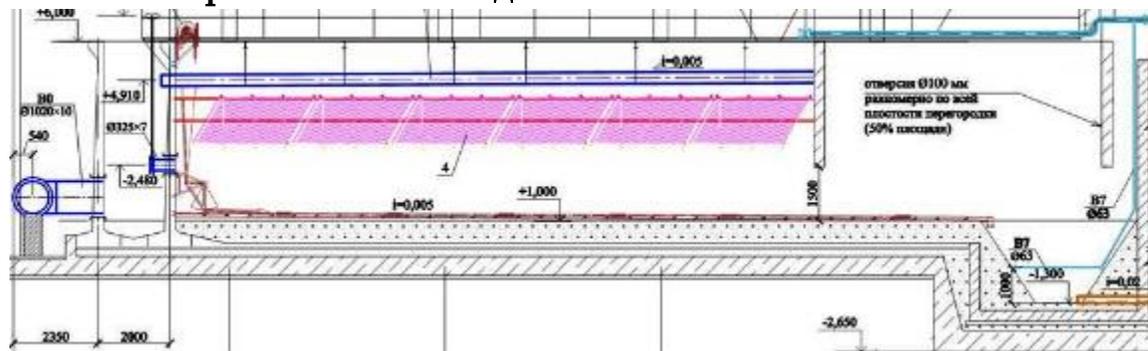
Отстаивание является наиболее простым и часто применяемым в практике способом выделения из сточных вод грубодисперсных примесей, которые под действием гравитационной силы оседают на дно отстойника или всплывают на его поверхность. Первичными называются отстойники перед сооружениями для биологической очистки сточных вод; вторичными – отстойники, устраиваемые для осветления сточных вод, прошедших биологическую очистку.

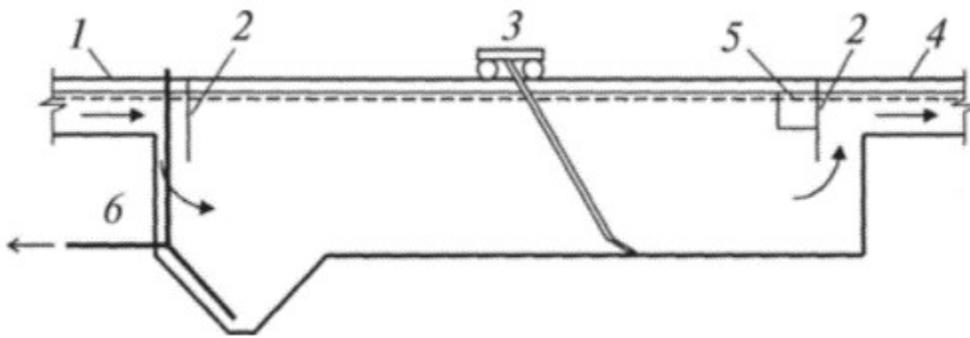
Техническое описание

Суть метода отстаивания состоит в том, что одни примеси оседают на дно, а другие поднимаются на поверхность, это зависит от плотности примеси в сравнении с плотностью воды. Как правило, отстаивание сточных вод в течение 6 – 24 часов позволяет удалить из сточных вод до 95 % взвешенных веществ. Отстойники бывают горизонтальные и вертикальные. В горизонтальных отстойниках поток сточных вод движется горизонтально, а в вертикальном отстойнике вертикально–снизу вверх. Основными преимуществами горизонтальных отстойников являются: малая глубина, хороший эффект очистки, возможность использования одного сгребющего устройства для нескольких отделений. К недостаткам их относится необходимость применения большего числа отстойников вследствие ограниченной ширины. На рисунке 5.40 представлен горизонтальный отстойник.



Система сбора осветленной воды





1 - подводный лоток; 2 - полупогружная доска; 3 - скребковая тележка; 4 - отводящий лоток; 5 - жиросборный лоток; 6 - удаление осадка

Рисунок .. Горизонтальный отстойник

Вертикальные отстойники имеют преимущества по сравнению с горизонтальными; к числу их относятся удобство удаления осадка и меньшая площадь, занимаемая сооружением. Однако они имеют и ряд недостатков, из которых можно отметить: а) большую глубину, что повышает стоимость их строительства, особенно при наличии грунтовых вод; б) ограниченную пропускную способность, так как диаметр их не превышает 9 м. Осадок из вертикальных отстойников удаляют под действием гидростатического давления. Влажность осадка 95 %. На рисунке 5.41 представлен тип вертикального отстойника

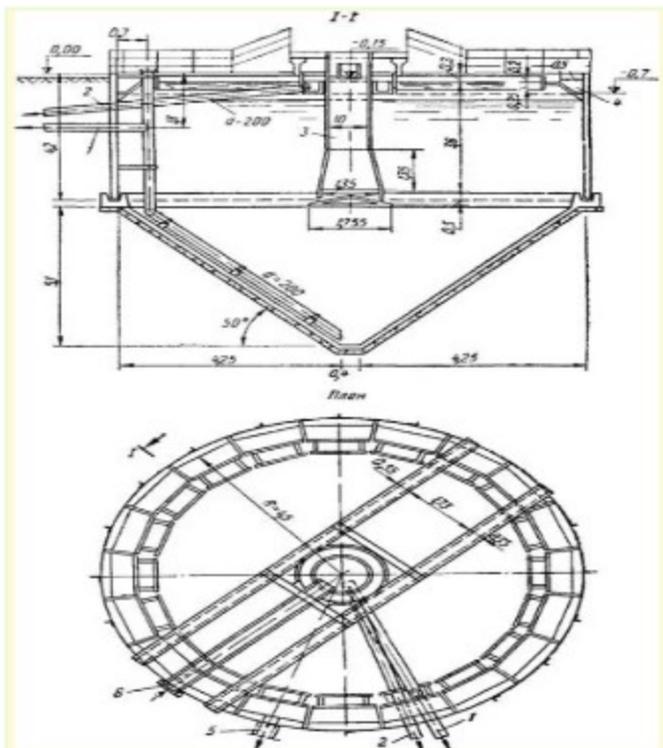


Рисунок .. Конструкция вертикального отстойника

Преимуществами механического фильтрования являются простота аппаратного оформления, эффективная очистка от взвешенных частиц. Недостатком механического фильтрования является то, что при механической фильтрации их сточных вод не удаляются растворенные примеси.

Осадок из отстойников удаляется под гидростатическим давлением и с помощью различных механизмов (скребков, насосов, элеваторов и др.).

Достигнутые экологические выгоды

Сокращение в сбросах взвешенных веществ до 95 %

Экологические характеристики и эксплуатационные данные

В осветлителях достигается снижение концентрации загрязнений на 70 % - по взвешенным веществам и на 15 % - по БПК за счет совмещения процессов осаждения, хлопьеобразования и фильтрации сточной воды через слой взвешенного осадка.

Достижимый в производственных условиях эффект снижения концентрации взвешенных веществ не превышает 50 – 60 % [55]. (stroy-spravka.ru).

Кросс-медиа эффекты

Недостатком горизонтальных отстойников является неудовлетворительная надежность работы используемых в них механизмов для сгребания осадка тележечного или цепного типа, особенно в зимний период. Кроме того, горизонтальные отстойники как прямоугольные сооружения при прочих равных условиях имеют более высокий (на 30 – 40 %) расход железобетона на единицу строительного объема, чем радиальные отстойники.

Недостатком вертикальных первичных отстойников являются простота большая глубина сооружений, что ограничивает их максимальный диаметр – 9 м, а также невысокая эффективность осветления воды (обычно не превышающая 40 % по снятию взвешенных веществ).

Технические соображения, касательно применимости

Общеприменимо для предприятий осуществляющих сбросы сточных вод. На шахте "Шерегешская" (2021) установлено оборудование, которое предназначено для очистки шахтных сточных вод на выпуске в реку Большой Унзас. Очистка воды происходит за счет отстаивания и добавления реагентов. Очистка по взвешенным частицам, шламу и песку, достигает 98 %, по нефтепродуктам – 90 % [56].

Экономика

Основные факторы, влияющие на цену очистных сооружений:

требования к качеству очищенной воды и качественный состав загрязненных сточных вод;

уровень автоматизации;

производительность очистных сооружений.

Движущая сила внедрения

Снижение сбросов взвешенных веществ в сточных водах.

5.3.12.4.2. Фильтрация

Описание

Фильтрация представляет собой отделение твердых частиц от сточных вод, проходящих через проницаемую среду. Наиболее распространенной фильтрующей средой является песок.

Техническое описание

Как правило, методы фильтрации применяются для выделения твердых частиц из жидкости, а также в качестве последнего этапа осветления в процессе очистки сточных вод. Установка осуществляется между этапами отстаивания и заключительного контроля для удаления твердых частиц размером 0,001 – 0,02 мкм, оставшихся после предыдущего этапа очистки. Фильтрация может выполняться с использованием самых разных фильтрующих систем в зависимости от типа твердых частиц, подлежащих удалению.

Обычная фильтрующая установка состоит из слоя фильтрующего материала или материалов, через который проходят жидкие стоки. Тонкие частицы, которые не могут пройти через фильтрующую среду, образуют фильтрационный кек, который необходимо постоянно или периодически удалять, например, путем обратной промывки, чтобы исключить значительные перепады давления. При низком уровне перепада давления сточные воды подаются на фильтрацию под действием гравитации.

Песчаные фильтры предназначены для механического удаления взвешенных твердых частиц или полутвердых материалов, например осадков или гидроксидов металлов. Очистка сточных вод путем песчаной фильтрации осуществляется благодаря комбинации эффектов фильтрации, химической сорбции и ассимиляции. Песчаные фильтры иногда используются в качестве сосуда под давлением, заполненного слоями песка, зернистость которого повышается по мере увеличения глубины. Изначально фильтрационный кек может способствовать повышению эффективности фильтрации, особенно в отношении мелких частиц. По истечении некоторого времени фильтрующий песчаный слой необходимо подвергать обратной промывке. Песчаные фильтры зачастую применяются для дополнительной очистки воды, сбрасываемой из замкнутого цикла, или стоков, которые затем могут использоваться в качестве технической воды. Схема устройства стандартного песчаного фильтра приведена на рисунке ниже.

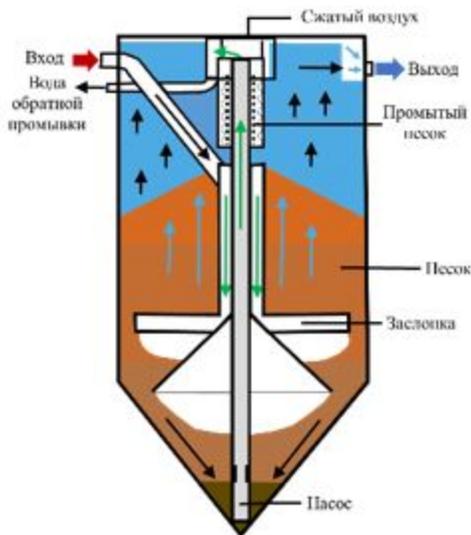


Рисунок .. Схема песчаного фильтра

Чтобы добиться желаемого результата при удалении очень мелких частиц используется гиперфильтрация или обратный осмос. Гиперфильтрация предусматривает прохождение частиц молекулярной массой приблизительно от 100 до 500 мкм, тогда как ультрафильтрация применяется для частиц размером от 500 до 100 000 мкм.

Стоки проходят через ультрафильтрационную мембрану. Эта мембрана с очень мелкими порами пропускает молекулярные частицы, например частицы воды, и препятствует проникновению более крупных молекулярных частиц. При использовании мембран очень тонкой очистки можно даже отфильтровывать очень мелкие частицы, такие как ионы металлов. В результате фильтрации с использованием мембраны образуются чистый фильтрат и концентрат, который может потребовать дальнейшей очистки.

Достигнутые экологические выгоды

Сокращение выбросов в воду, эффективность очистки составляет до 70 %. Возможность регенерации искусственных материалов, использованных в качестве загрузок.

Экологические характеристики и эксплуатационные данные

Рабочие условия в режиме фильтрации:

длительность: 20 – 120 мин;

максимальное допустимое трансмембранное давление: 1,5 бар;

рекомендуемое рабочее трансмембранное давление: 0,6 – 1,2 бар;

удельный поток фильтрата: 50 – 150 л/ (м²*ч);

максимальная мутность питающей воды: 200 NTU;

максимальная рабочая температура: ≤ +40 °С;

рабочий диапазон pH :1,0 – 12,0.

Кросс-медиа эффекты

Сведения отсутствуют.

Технические соображения касательно применимости

Общеприменимо для предприятий осуществляющих сбросы сточных вод.

Экономика

Рассчитывается согласно проектно-сметной документации. Экономически выгодно, но требует индивидуального подхода.

Движущая сила для осуществления

Сокращение сбросов в водные объекты.

5.3.12.4.3. Сорбция

Описание

Сорбционная очистка – это один из способов глубокой очистки вод, основанный на способности фильтрующего элемента задерживать примеси, находящиеся в жидкости. Такой метод используется, когда существуют высокие требования к составу воды.

Сорбционный фильтр – это один из дополнительных элементов очистных сооружений, предназначенный для более эффективной работы системы.

Техническое описание

Процессы сорбции – гетерогенный процесс улавливания металлов из растворов на поверхности (адсорбция) или всем объемом (абсорбция) сорбирующим веществом. В качестве сорбирующего вещества применяется активированный уголь, глины – бентониты, ионообменные смолы, шунгиты и цеолиты, раствор экстрагента в органических растворителях (керосин) и многое др. Необходимо подчеркнуть, что ежегодно разрабатываются новые виды и типы сорбентов (нанотрубки и подобное), ионообменных смол более сотни в год. Применение того или иного сорбирующего агента зависит конкретно от условий, типа металла, pH, присутствие мешающих и загрязняющих веществ и др. Выбор сорбента производится на основании Технического задания – цель и задачи, условия и параметры. Определяется опытным путем и вносится в Проект установки проектной организацией.

Активированный уголь (кокосовый, древесный, каменный) считается одним из наиболее распространенных и эффективных сорбентов. Снижает уровень органических загрязнителей на 90 – 99 %.

Может использоваться в виде порошка или гранул. Эффективность зависит от суммарного объема микропор. Как правило, фильтры на основе активированного угля используются в виде нескольких слоев или картриджей, чтобы проток материала через один фильтр компенсировался очисткой во втором фильтре. Затем отработанный фильтр заменяется и используется в качестве вторичного фильтра. Эта операция зависит от наличия надлежащего метода определения проскоков через фильтры.

Фильтрующая засыпка с применением сорбента ИРВЕЛЕН-М

ИРВЕЛЕН-М - это фильтрующий материал, являющийся авторской разработкой ООО "Холдинговая компания Меншен групп". ИРВЕЛЕН-М - это сорбент, который производится из первичного полипропилена и представляет собой бело-кремовое полимерное волокно с вкраплениями гранул и хлопьев, сшивающих структурообразующий материал в сетку и образованных под воздействием высоких температур.

Характеристика сорбента для фильтров ИРВЕЛЕН-М:

на ощупь похож на жесткую вату;

диаметр полимерного волокна - 100 – 250 мкм;

может быть использован при температуре от -50 °С до +90 °С;

высокая емкость поглощения волокна, которая способствует быстрому поглощению и последующему накоплению и удержанию нефти, нефтепродуктов, некоторых элементов и соединений;

имея волокнисто-пористую структуру, ИРВЕЛЕН-М не поглощает воду, а беспрепятственно пропускает воду.

Материал обладает уникальной структурой, благодаря которой может осуществлять фильтрацию воды по:

тяжелым металлам (ванадий, алюминий, железо, кобальт, кадмий, литий, медь, марганец, мышьяк, свинец, никель, цинк, хром);

хлорорганическим соединениям (2-хлорфенол, пентахлорфенол, трихлорметан, тетрахлорметан, 1,1,1-трихлорэтан, пестициды-гамма-ГХГЦ);

органическим соединениям (альдегиды предельные, нефтепродукты, фенолы);

неорганическим соединениям (сульфаты, хлориды, нитраты, нитриты, фосфаты, азот аммонийных солей и аммиак).

Достигнутые экологические выгоды

Сокращение выбросов органических веществ в воду.

Экологические характеристики и эксплуатационные данные

Зависит от конкретного объекта.

Кросс-медиа эффекты

Сведения отсутствуют.

Технические соображения относительно применимости

Общеприменимо для предприятий осуществляющих сбросы сточных вод.

Экономика

Рассчитывается согласно проектно-сметной документации. Экономически выгодно, но требует индивидуального подхода.

Движущая сила внедрения

Сокращение сбросов в водные объекты.

5.3.12.4.4. Коагуляция, флокуляция

Описание

Данный метод состоит в добавлении реагентов, таких как сульфаты и хлориды алюминия и железа, гидросульфаты и гидроксохлориды алюминия в сочетании реагентов в целях корректировки значения рН и повышения интенсивности осаждения растворимых металлов.

Техническое описание

Коагуляция

В качестве коагулянтов используются соли, образованные многозарядными катионами слабых оснований и анионами сильных кислот. В воде указанные соли подвергаются гидролизу с образованием комплексных ионов. Наибольшее распространение получили сульфаты и хлориды алюминия и железа. Образовавшиеся в процессе гидролиза коллоидные золи гидроксидов алюминия и железа коагулируют с образованием агрегатов. Последние вместе с частицами дисперсной фазы сточных вод осаждаются и, таким образом, очищают ее.

Гидролиз коагулянтов является одним из наиболее важных процессов коагуляции. Полнота его протекания влияет как на качество разделения суспензии, так и на расход коагулянта. Решающим фактором, который обеспечивает максимальную эффективность использования коагулянтов при очистке сточных вод, является создание условий для проведения гидролиза в необходимом направлении путем изменения концентрации коагулянта в дисперсной системе, значения рН и ионного состава дисперсной среды. В случае разделения дисперсных систем с отрицательным зарядом дисперсной фазы эти условия должны обеспечить получение положительно заряженных гидроксокомплексов, в случае разделения дисперсных систем с положительным зарядом дисперсной фазы – отрицательно заряженных гидроксокомплексов.

Наряду с сульфатами и хлоридами алюминия и железа в последнее время все более широкое распространение находят коагулянты с повышенной основностью – гидросульфаты и гидроксохлориды алюминия. Преимущества дигидроксосульфата $[Al_2(SO_4)_2(OH)_2] \cdot 11 H_2O$ перед сульфатом алюминия заключается в более широком диапазоне рН, высокой хлопьеобразующей способности. Гидроксокомплексы, образующиеся при гидролизе этого вещества, несут более высокий положительный заряд. Его коррозионная активность значительно ниже, чем у сульфатов алюминия. В настоящее время наибольшее распространение получил пентагидроксохлорид алюминия $Al_2(OH)_5Cl$. Характерным отличием этого коагулянта является широкая зона оптимальных значений рН, особенно в кислой области. Коагулянт хорошо работает при разделении дисперсных систем с небольшим содержанием дисперсной фазы, отличается низкой коррозионной активностью.

Для коагуляции дисперсных систем с низким значением рН используют алюминат натрия. При более высоких значениях рН алюминат натрия применяют совместно с сульфатом алюминия.

Высокую эффективность во многих случаях дает применение смесей коагулянтов. При этом обеспечивается значительное расширение области оптимальных значений рН и температуры, хлопья осаждаются равномернее, чем в случае применения отдельных коагулянтов. Известно применение смеси $Al_2(SO_4)_3$ и $FeCl_3$ в соотношении 1:1.

Флокуляция

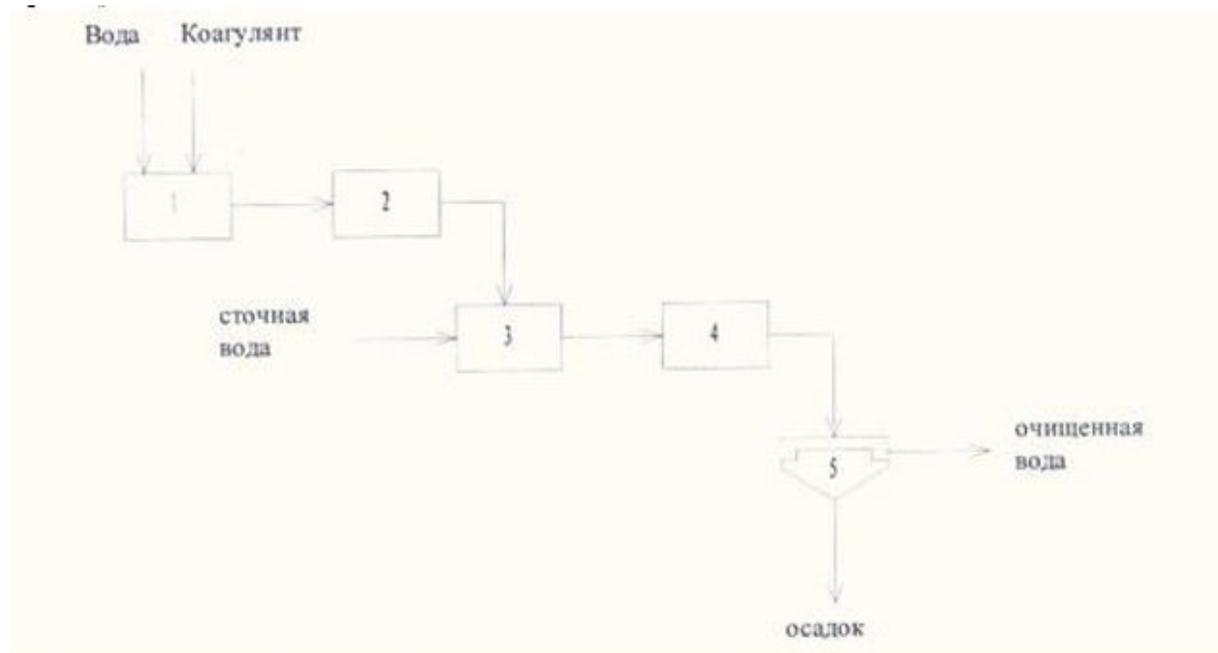
Для регулирования устойчивости дисперсных систем в последнее время все шире применяются различные водорастворимые полимеры, весьма малые добавки которых могут радикально изменить стабильность дисперсий. Они широко используются при очистке сточных вод от дисперсных примесей, концентрировании и обезвоживании суспензий, для улучшения фильтрационных характеристик осадков и т. д. В основе всех этих процессов, называемых флокуляцией, лежит изменение степени агрегации дисперсных частиц под влиянием высокомолекулярных соединений (ВМС). В отличие от компактных коагулянтов, образующиеся в результате флокуляции, крупные агрегаты (флоккулы), обладают значительной рыхлостью. Флокуляция, как правило, процесс необратимый: в этом случае невозможно путем уменьшения содержания в растворе реагента (как это наблюдалось при коагуляции) осуществить пептизацию (редиспергирование) осадка.

Высокомолекулярные флокулянты обычно подразделяются на три группы: неорганические полимеры, вещества природного происхождения и синтетические органические полимеры. Наиболее широкое применение нашел последний класс флокулянтов. Наиболее распространенными флокулянтами являются полиакриламид (ПАА), сополимеры акриламида, акрилонитрила и акрилатов, натриевые соли полиакриловой и полиметакриловой кислот, поли-диметиламиноэтилакрилаты (ПДМАЭА) и др.

Процесс очистки сточных вод коагуляцией и флокуляцией состоит из следующих стадий: приготовление рабочих растворов коагулянтов и флокулянтов, дозирование и смешение реагентов со сточной водой, хлопьеобразование, осаждение хлопьев.

Приготовление рабочих растворов осуществляется в гидравлических или механических смесителях. Концентрация рабочих растворов коагулянтов обычно составляет 3 – 5 %, иногда до 7 %, концентрация рабочих растворов флокулянтов – до 1 %. После смешения сточной воды с рабочими растворами коагулянтов, которое может осуществляться также в гидравлических или механических смесителях, воду направляют в камеры хлопьеобразования, куда могут добавляться флокулянты для интенсификации данного процесса. Используют перегородчатые, вихревые и с механическими мешалками камеры. Образование хлопьев в камерах происходит

медленно – за 10 – 30 минут. Осаждение хлопьев происходит в отстойниках, осветлителях и других аппаратах, рассмотренных ранее. Иногда стадии смешения, коагулирования и осаждения проводят в одном аппарате.



(1 – емкость для приготовления раствора; 2 – дозатор; 3 – смеситель; 4 – камера образования хлопьев; 5 – отстойник)

Рисунок .. Схема процессов коагуляции и флокуляции

Достигнутые экологические выгоды

Сокращение сбросов загрязненных сточных вод.

Чтобы обеспечить максимальную эффективность удаления металлов, наиболее важным фактором является выбор осадителей. Существуют примеры, демонстрирующие, что использование реагентов на основе сульфидов может обеспечивать достижение более низких концентраций некоторых металлов. Правильное значение pH в течение всего процесса очистки стоков, также имеет первостепенную важность, поскольку некоторые соли металлов нерастворимы только в очень небольшом диапазоне значений pH.

Экологические показатели и эксплуатационные данные

При выборе методов необходимо учитывать специфику производственных процессов. Кроме того, при выборе применяемых методов определенную роль могут играть размер принимающего водного объекта и скорость потока. Уменьшение объемного расхода в пользу более высоких концентраций приводит к сокращению потребления энергии для очистки. Очистка высококонцентрированных сточных вод приведет к образованию стоков с более высокими концентрациями, но с более высокой скоростью восстановления по сравнению с менее концентрированными потоками, что

позволит в целом улучшить удаление загрязняющих веществ. Эффективность очистки может достигать 90 – 95 %. Расход коагулянта зависит от его вида, а также состава и требуемой степени очистки сточных вод и составляет 0,1-5 кг/м³ сточных вод [57].

Кросс-медиа эффекты

Увеличение энергопотребления.

Применение добавок.

Образование отходов, подлежащих утилизации.

Технические соображения, касающиеся применимости

Общеприменимо на новых и действующих установках.

Экономика

В каждом отдельном случае стоимость техники индивидуальна.

Движущая сила внедрения

Требования экологического законодательства. Социально-экономические аспекты.

Сокращение сбросов загрязняющих веществ в естественные водные объекты.

5.3.12.4.5. Химическое осаждение

Описание

Данный метод состоит в добавлении реагентов, таких как известь, едкий натрий, сернистый натрий, или сочетания реагентов в целях корректировки значения рН и повышения интенсивности осаждения растворимых металлов.

Техническое описание

Химическое осаждение используется главным образом для удаления из стоков растворимых ионов металлов. Растворимые металлы можно осадить из сточных вод путем корректировки значения рН. В стоки добавляется реагент, например известь, гидроксид натрия, сульфид натрия или комбинация реагентов, что приводит к образованию нерастворимых соединений с металлом в виде осадка. Эти нерастворимые соединения могут быть удалены из воды путем фильтрации. Добавление коагулянта или флокулянта способствует формированию более крупных хлопьев, которые легче отделить, и часто используется для повышения производительности системы очистки.

Для удаления из стоков таких металлов, как железо, свинец, цинк, марганец и т. д., обычно используется осаждение. Гидроксиды металлов, как правило, нерастворимы, поэтому для их осаждения широко используется известь.

Сульфиды металлов также нерастворимы, и в щелочной среде используются такие реагенты, как сернистый натрий, гидросульфид натрия и тримеркаптосульфотриазин (ТМС). Биологический способ также применяется при получении H₂S с помощью сульфатвосстанавливающих бактерий, при этом газ переносится на стадию осаждения газом-носителем. Осаждение сульфидов может в результате обеспечить более низкие

значения концентрации определенных металлов в очищенных стоках в зависимости от значения рН и температуры, а сульфиды металлов могут быть возвращены на этап плавки. Можно также эффективно удалять такие металлы, как селен и молибден.

В некоторых случаях осаждение смеси металлов может осуществляться в два этапа: сначала посредством гидроксида, а затем с помощью сульфидного осаждения. В целях удаления избыточных сульфидов, после осаждения, возможно добавление сульфата железа.

На многих установках, где удаляются металлы, одной из главных проблем для достижения необходимых предельных значений стоков является коллоидное состояние осажденных металлов. Оно может возникнуть в результате некачественной нейтрализации и флокуляции. Для улучшения состояния осаждаемого металла можно использовать различные флокулянты и коагулянты, и поставщики таких материалов способны проводить испытания на осадках и указывать правильный коагулянт.

Состав стоков меняется в зависимости от качества концентрата/сырья и состава последующих отходящих газов, которые прошли очистку во влажных системах. Кроме того, различные источники дозированной подачи материалов или погодные условия, способствующие образованию ливневых стоков, повышают разнообразие потоков сточных вод.

Достигнутые экологические выгоды

Сокращение сбросов загрязненных сточных вод в природные водные объекты.

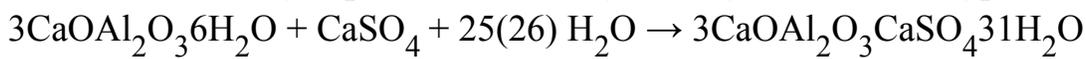
Экологические показатели и эксплуатационные данные

Эффективность очистки сточных вод с помощью химического осаждения зависит от следующих факторов:

- выбор химического осадителя;
- количество добавляемого осадителя;
- эффективность удаления осаждаемого металла;
- поддержание правильного значения рН в течение всего процесса очистки;
- использование железистых солей для удаления определенных металлов;
- использование флокулирующих или коагулирующих реагентов;
- колебание состава сточных вод и наличие комплексообразующих ионов.

Данные методы очистки шахтных вод, прошли промышленные испытания и были внедрены на предприятиях США, Канады, России и Китая. Для повышения эффективности очистки шахтных вод предложены различные методы доочистки предварительно осветленных нейтрализованных стоков. Наиболее часто используются методы обработки с использованием алюминий содержащих реагентов (средних и основных солей), а также гидроокиси алюминия, получаемой в процессе электрохимического растворения металла при обработке стоков в электро- или гальванокоагуляторах. Основная цель использования соединений алюминия –

выделение сульфатов в виде гидросульфатоалюмината кальция $3\text{CaOAl}_2\text{O}_3\text{CaSO}_4\cdot 31\text{H}_2\text{O}$ (ГСАК). Осаждение сульфатов по данному методу описывается уравнением:



Глубина выделения сульфатов данным методом зависит от расхода алюминий содержащего реагента. Минимальное содержание сульфат-ионов в осветленной воде определяется растворимостью ГСАК и составляет 25 мг/дм^3 .

Кросс-медиа эффекты

Увеличение энергопотребления.

Применение добавок.

Образование отходов, подлежащих утилизации.

Технические соображения, касающиеся применимости

Общеприменимо на новых и действующих установках.

Экономика

В каждом отдельном случае стоимость техники индивидуальна.

Движущая сила внедрения

Требования экологического законодательства. Социально-экономические аспекты. Сокращение сбросов загрязняющих веществ в естественные водные объекты.

5.3.12.4.6. Нейтрализация

Описание

Для нейтрализации кислых вод используют гидроксид натрия NaOH , гидроксид калия KOH , карбонат натрия Na_2CO_3 , аммиачную воду NH_4OH , карбонат кальция CaCO_3 , карбонат магния MgCO_3 , доломит ($\text{CaCO}_3\cdot\text{MgCO}_3$), цемент. Наиболее доступный реагент - гидроксид кальция (известковое молоко $\text{Ca}(\text{OH})_2$) с содержанием 5 – 10 % активной извести $\text{Ca}(\text{OH})_2$. Иногда для нейтрализации применяют отходы производства, например шлаки металлургических производств.

Техническое описание

Нейтрализация применяется для очистки кислых сточных вод, содержащих металлы (тяжелые металлы), повышением величины рН кислых растворов путем добавления щелочных реагентов с целью образования осадка.

Величина рН раствора регулируется для образования и осаждения гидроксидов металлов в воде. Как правило, данный процесс проводится перед основным этапом очистки сточных вод.

Для нейтрализации применяется любой щелочной реагент, чаще всего известь-пушонка, известковое молоко, карбонаты кальция и магния в виде суспензии. Подача извести в пределах предприятия должна быть механизирована. Гашение реагента выполняется в специальных машинах, конструкции Руссола и Полякова. Крупные фракции извести должны предварительно дробиться. Известковое молочко

приготавливается в мешалках с оборотами лопастей не менее 40 об/минуту. Его концентрация определяется по активности окиси кальция в пределах от 5 до 10 %.

Использование в качестве реагента для нейтрализации шахтных вод щелочные отходы содового производства. Для нейтрализации шахтных вод в качестве реагента возможно использование отходов содового производства. При смешивании шахтной воды со шламами происходит повышение величины рН за счет взаимодействия ионов тяжелых металлов с карбонатом и гидроксидом кальция, которые являются основными компонентами отходов. При этом происходит перевод ионов Fe, Mn, Zn и др.

Достоинством нейтрализации является возможность предварительной очистки сточных вод, с целью увеличения эффективности процесса эффективности процесса очистки в целом.

Этот метод наиболее широко используют для нейтрализации кислых вод. Поскольку в кислых и щелочных производственных сточных водах практически всегда присутствуют ионы металлов, то дозу реагента определяют с учетом выделения в осадок солей тяжелых металлов. Процессы реагентной нейтрализации производственных сточных вод осуществляются на нейтрализационных установках или станциях.

Время контакта сточных вод и реагента должно быть не менее 5 мин. Для кислых сточных вод, содержащих растворенные ионы тяжелых металлов, это время должно быть не менее 30 мин.

Достигнутые экологические выгоды

Сокращение выбросов в воду.

Экологические характеристики и эксплуатационные данные

С 2016 года на действующей станции нейтрализации Учалинского ГОК введен в эксплуатацию узел обезвоживания осадка, близится к завершению строительство пруда-стабилизатора, предназначенного для отстаивания осветленных вод после многоступенчатой очистки [58].

Кросс-медиа эффекты

Недостатком данного способа является образование вторичных химических отходов, состоящих из кристаллического кальцита, кварца, калиевых полевых шпатов, утилизация которых затруднена.

Технические соображения касательно применимости

Общеприменимо для предприятий осуществляющих сбросы сточных вод.

Экономика

В каждом отдельном случае стоимость техники индивидуальна.

Движущая сила внедрения

Требования экологического законодательства. Социально-экономические аспекты. Сокращение сбросов загрязняющих веществ.

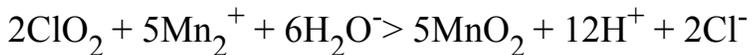
5.3.12.4.7. Окисление

Описание

Окислительный способ очистки применяют для обезвреживания сточных вод, содержащих токсичные и неприятно пахнущие примеси. В процессе окисления токсичные загрязнения в результате химических реакций переходят в менее токсичные, которые удаляют из воды.

Техническое описание

Диоксид хлора эффективно окисляет марганец (II) до марганца (IV) с выпадением в осадок оксида марганца. Поскольку хлорит-анион также реагирует с Mn (II), то вся реакция может быть представлена следующим образом:



Реакция протекает быстро и интенсивно, уже через 5 минут более 99 % оксида марганца может быть удалено фильтрованием. Этой реакции способствует скорее слабощелочная, чем кислая среда.

Диоксид хлора легко окисляет железо (II) в железо (III) с выпадением в осадок гидроксида железа (III). Поскольку хлорит-анион также легко взаимодействует с Fe (II), то вся реакция может быть записана следующим образом:



Далее образующийся осадок удаляют методом фильтрования. Этой реакции также способствует нейтральная и слабощелочная среда.

Достигнутые экологические выгоды

Сокращение выбросов в воду.

Экологические характеристики и эксплуатационные данные

Для окисления 1 мг марганца необходимо 2,5 мг диоксида хлора при pH > 7. Для окисления 1 мг железа необходимо 1,3 мг диоксида хлора при pH > 5.

Кросс-медиа эффекты

Процесс окислительного осаждения Mn (II) "активным хлором" сопровождается образованием осадка, что обуславливает необходимость последующего применения процессов извлечения его отделения из водных растворов.

Технические соображения касательно применимости

Общеприменимо для предприятий, осуществляющих сбросы сточных вод.

Экономика

Рассчитывается согласно проектно-сметной документации.

Движущая сила внедрения

Требования экологического законодательства. Социально-экономические аспекты. Сокращение сбросов загрязняющих веществ.

5.3.12.4.8. Ионный обмен

Описание

Ионообменный процесс, как правило, проходит в колонне, наполненной гранулами ионообменной смолы. Обмен начинается в верхней части колонны и затем проходит через нее, поддерживая тем самым равновесное состояние процесса обмена.

Техническое описание

Ионообменный процесс иногда применяется в качестве заключительного этапа очистки при удалении металлов из технологических сточных вод. С помощью ионного обмена удаляются нежелательные ионы металлов из сточных вод путем их переноса на твердую матрицу при одновременной отдаче равного количества других ионов, имеющихся в структуре ионообменника. Как правило, ионообменный процесс используется при концентрации металлов менее 500 мг/л.

Емкость ионообменника ограничена количеством ионов, имеющихся в структуре ионообменника. Поэтому необходимо проводить регенерацию ионообменника с помощью соляной кислоты или каустической соды.

Ионообменники могут использоваться для удаления определенных металлов из сточных вод. Такой избирательный процесс ионного обмена гораздо более эффективен при очистке стоков от токсических металлов. Кроме того, колонна может обеспечивать очень высокий уровень очистки и эффективность при работе со смешанными стоками.

Достигнутые экологические выгоды

Сокращение выбросов в воду.

Экологические характеристики и эксплуатационные данные

Возможность очистки до требований ПДК.

Возврат очищенной воды до 95 % в оборот.

Возможность утилизации тяжелых металлов.

Кросс-медиа эффекты

Необходимо проведения предварительной очистки сточных вод от масел, ПАВ, растворителей, органики. Большой расход реагентов для регенерации ионитов и обработки смол. Необходимость предварительного разделения промывных вод от концентратов. Образование вторичных отходов-элюентов, требующих дополнительной переработки.

Технические соображения касательно применимости

Общеприменимо для предприятий осуществляющих сбросы сточных вод.

Экономика

Рассчитывается согласно проектно-сметной документации.

Движущая сила внедрения

Сокращение сбросов в водные объекты.

5.3.13. НДТ, направленные на управление и сокращение воздействия производственных отходов

5.3.13.1. Использование пресс-фильтров для обезвоживания отходов обогащения

Наименование

Фильтр-прессы применяются для фильтрования широкого класса суспензий, а также пригодны для разделения суспензий с небольшой концентрацией твердых частиц и суспензий с повышенной температурой, охлаждение которых недопустимо вследствие выпадения кристаллов из жидкости.

Техническое описание

Принцип действия заключается в фильтрации осадков под большим давлением, обеспечивающим максимально возможное удаление влаги из осадков. Они являются фильтровальными аппаратами периодического действия. Процесс обезвоживания на них осуществляется в несколько стадий в зависимости от конструкции фильтра и используемого технологического режима.

Фильтр-пресс предназначен для обезвоживания осадков и шламов, которые были предварительно сгущены до 3 – 5 % гравитационным или механическим способом. При необходимости в обработке не сгущенного осадка может использоваться комбинация из фильтр-пресса и сгустителя, надстроенного сверху. Это дает возможность сэкономить место и повысить производительность обработки шламов. Ленточный пресс-фильтр может иметь автоматическую, полуавтоматическую конструкцию, а также неавтоматизированную (подразумевает производство работ за счет ручного труда).

Сначала осадок обрабатывается раствором флокулянта с целью улучшения его водоотдающих свойств. Специальный шламовый насос транспортирует его из сборных емкостей в барабан для предварительного сгущения на верхней ленте фильтр-пресса. Затем происходит гравитационное сгущение и уравнивание поступающего на сетку потока. Напор подаваемой в аппарат суспензии является основным фактором всего процесса фильтрования. Под давлением обрабатываемое вещество поступает внутрь системы с плотно сжатыми фильтровальными лентами и валами. Здесь осадок зажимается между двумя перфорированными лентами и проходит через несколько (обычно 12 или 14) валов уменьшающегося диаметра. Это обеспечивает постепенное повышения давления на шлам, за счет чего оптимизируется процесс прессования и повышается производительность системы в целом. Твердая фаза задерживается на поверхности фильтровального полотна, а жидкая свободно проникает через фильтровальную ткань и далее через систему каналов выводится из фильтра. Обезвоженный осадок при помощи скребка удаляется с ленты, а затем сбрасывается в устройство выгрузки. В нижней части пресса предусмотрен специальный лоток для сбора фильтрата, а для очищения лент – две промывочные линии, которые непрерывно обрабатывают их из форсунок перед поступлением новой партии осадка.



Рисунок .. Рамные пресс-фильтры

Достигнутые экологические выгоды

Улучшение экологических показателей за счет снижения водопотребления.

Экологические показатели и эксплуатационные данные

Снижение эксплуатационных затрат, снижение эмиссий.

Кросс-медиа эффекты

Повышение производительности, качества выпускаемого концентрата. Снижение потерь по выпуску концентрата. Легкая управляемость процессом (выпуск концентрата с заданными качественными показателями)

Технические соображения, касающиеся применимости

Пресс-фильтры используются в любых отраслях промышленности, в том числе горной, которые требуют осуществления эффективного обезвоживания шламов и суспензий, получения низкой влажности осадка и высокой чистоты фильтрата.

Экономика

Данная техника не является новой. Схема и технология рассчитывается в этапах проектирования. Стоимость, затраты, экономика рассчитывается при проектных работах и закладываются в эксплуатационные параметры предприятия.

Экономические выгоды:

превращение отходов в строительный материал;

снижение расходов воды за счет ее вторичного использования;

снижение расходов на утилизацию шламового осадка;

снижение расходов на утилизацию загрязненной воды.

Движущая сила внедрения

Движущими силами для внедрения служат повышение производительности, качества выпускаемого концентрата, снижение потерь по выпуску концентрата и улучшение экологических показателей

5.3.13.2. Использование керамических вакуум-фильтров для обезвоживания отходов обогащения

Наименование

Керамические вакуум-фильтры предназначены для разделения суспензий с относительно однородным составом и медленно осаждающимися частицами твердой фазы.

Техническое описание

Керамический дисковый вакуум-фильтр состоит из: керамических секторов, ротора, ванны, устройства регенерации (ультразвуковая), рама, вакуум система, трубопроводная система, устройство выгрузки осадка, клапана и система управления фильтром.

Керамический вакуум-фильтр имеет высокий КПД, что способствует увеличению производительности и интенсивности эксплуатации. Отсутствие фильтровальной ткани дает возможность использовать более глубокий вакуум и как результат получать более сухой осадок. Использование керамического фильтра той же поверхности фильтрования, что и обычный дисковый позволяет экономить до 85 % электроэнергии. Наличие маленьких микропор, позволяет получать более чистый фильтрат, как правило 21 мг/л.



Рисунок .. Керамический вакуум-фильтр

Керамический фильтр в основном состоит из таких частей, как роликовая система перемешивания, система подачи и разгрузки материала, вакуумная система, система разгрузки фильтрата, скреперная система, система обратной промывки, система комбинированной очистки (ультразвуковая очистка, автоматическая очистка с приготовлением кислоты), система полностью автоматического управления, корыто и станина.

На данный момент данное оборудование широко применяется для обезвоживания концентратов и хвостов цветных металлов, редких металлов, черных металлов, и неметаллов, а также для обезвоживания оксида, шлака электролиза, шлака выщелачивания в химической промышленности и переработки сточной воды, жидкой

грязи и отработанной кислоты. Тонкость материала составляет от -200 до -450 меш и другие сверхмелкие материалы.

Характеристики:

Высокая степень вакуума керамико-дискового фильтра от 0,09 до 0,098 Мпа обеспечивает низкое содержание влаги фильтровального осадка.

Содержание твердых веществ в фильтрате составляет 50 м.д. Фильтрат подвергается вторичному использованию, что снижает сброс сточных вод.

В отличие с обычными керамическими фильтрами керамические вакуум-фильтры имеют функция промывки фильтровального осадка и пригодны для фильтрации материалов, подвергающихся промывке.

Достигнутые экологические выгоды

Экологические преимущества:

Отсутствие аэрозольных выбросов в рабочей зоне;

чистота фильтрата до 0,001 г/л, не загрязняющая производство и окружающую среду;

низкое потребление энергии за счет попадания фильтраты в поры под действием капиллярной силы, автоматически.

Экологические показатели и эксплуатационные данные

Высокая удельная производительность - в 1,5 – 5 раз выше, чем у аналогичных фильтров с тканевой фильтрующей перегородкой.

Низкая влажность кека - возможность снижения влажности кека до 5 % при удельной плотности концентрата 7,5 г/см.куб.

Экономия энергоресурсов - снижение энергопотребления в 10 – 20 раз за счет отсутствия энергоемкого оборудования: вакуум-насоса, воздухоотдувки и прочее.

Снижение эксплуатационных затрат:

сокращение простоев для замены фильтрующей перегородки;

сокращение затрат на замену фильтрующей перегородки;

отсутствие абразивного износа деталей в системе отвода фильтрата.

Экологические преимущества:

отсутствие аэрозольных выбросов в рабочей зоне;

чистота фильтрата до 0,001 г/л, не загрязняющая производство и окружающую среду.

Операционные преимущества:

снижение объема работ по обслуживанию фильтра;

компактность автономных систем фильтра, позволяющая уменьшить производственные площади;

непрерывность работы фильтра при высокой степени автоматизации.

Высокий коэффициент использования за счет простой конструкции фильтра с малым объемом технического обслуживания.

Высокая надежность за счет небольшого количества движущихся частей и малой зависимости от вспомогательного оборудования.

Кросс-медиа эффекты

Применение азотной кислоты для очистки керамопластин.

Технические соображения, касающиеся применимости

Данная техника применяется на предприятии С. Для применимости на других предприятиях необходимо проведение тестовых испытаний.

Экономика

По результатам теста необходим экономический расчет. Основное преимущество перед другими системами фильтрации – снижение энергопотребления до 90 %, так как воздух не проходит через диски за счет использования капиллярной силы, действующей на поры. Прорыву воздуха препятствуют мелкие поры фильтра, что позволяет поддерживать более высокий уровень вакуума. Следовательно, потери вакуума меньше, а это означает, что требуемый вакуумный насос меньше, чем в обычных дисковых фильтрах, что сводит к минимуму эксплуатационные расходы. Мощность, потребляемая вакуумным керамическим фильтром 45 м² площади фильтрации составляет 15 кВт, при этом 170 кВт потребляют аналогичные фильтры с тканевыми мембранами. Еще одним преимуществом вакуумного керамического фильтра является высокая производительность при очень низком содержании воды и более сухой фильтровальной лепешке. Вакуумные керамические фильтры также имеют более длительный срок службы, в то время как рукавные фильтры необходимо заменять, что в конечном итоге увеличивает содержание влаги в осадке, снижает производительность и нарушает производственные операции. Кроме того, керамический фильтр достаточно надежен как механически, так и химически, чтобы выдерживать регенерацию.

Движущая сила внедрения

Увеличение производительности, улучшение качества продукции, экономические стимулы в виде эффекта, выраженного в сокращении потребления электроэнергии и приросту по выпуску дополнительного концентрата, низкие эксплуатационные расходы.

5.3.13.3. Использование отходов добычи и обогащения в качестве сырья или добавки к продукции во вторичном производстве и строительных материалов, доизвлечение железных руд, полезных компонентов/минеральных сырьевых ресурсов при наличии таковых, промышленных отходов

Описание

Техника состоит в использовании основных технологических отходов добычи (вскрышные и вмещающие породы, породы от обогащения) с целью производства

строительных материалов, материалов для рекультивации, отсыпки технологических дорог.

Таблица .. Использование отходов горнодобывающей промышленности в отраслях

№ п/п	Отрасль использования	Вид получаемой продукции
1	2	3
1	Строительные материалы	вяжущие; керамика; огнеупоры; бетоны; асфальтобетоны; пенобетоны; сухие строительные смеси; минеральная вата; другие виды материалов
2	Строительство	отсыпка дорог; заполнение выработанного пространства горных выработок; обустройство нефтяных скважин; балласт на буровых платформах; укрепление дорожного полотна; защитные сооружения
3	Сельское хозяйство	минеральные удобрения; компонент комплексных удобрений; мелиоративный слой
4	Металлургия	металлы; оксиды металлов; "белая сажа"; жидкое стекло; флюс
5	Другие отрасли	сорбенты; реагенты для очистки воды в открытых водоемах; искусственные геохимические барьеры; другие виды материалов

Техническое описание

Основными продуктами, получаемыми из отходов обогащения, являются щебень и песок различной крупности.

Щебень – материал крупностью более 5 мм, получаемый разделением на фракции отходов обогащения сухой магнитной сепарации и отсадки.

Песок – материал крупностью 0,14 – 3(5) мм, получаемый разделением на фракции отходов мокрой сепарации, флотации, и класс минус 5 мм, выделяемый сухой магнитной сепарацией. Тонкозернистый песок – материал крупностью менее 0,14 мм.

Щебень, полученных из отходов обогащения, используется для: производства тяжелых бетонов, строительства автомобильных дорог, устройства балластного слоя внутризаводских железнодорожных путей, создание искусственных оснований под фундаменты зданий, обратных засыпок, производства холодного асфальта.

При определении наиболее рациональных областей применения песков на основе хвостов обогащения руд необходимо исходить из фактической их крупности.

Пески крупностью плюс 0,14 используются в строительстве: в качестве мелкого заполнителя для приготовления тяжелого бетона и раствора, в асфальтобетонных смесях (в качестве заполнителя), для производства силикатного и шлакового кирпича, а

также в качестве отощающей добавки для изготовления глиняного кирпича, в качестве балластного материала, при производстве деталей и конструкций широкой номенклатуры для жилищно-гражданских промышленных зданий и сооружений.

Тонкозернистые пески крупностью менее 0,14 мм являются эффективным сырьем для автоклавного и безавтоклавного производства изделий и конструкций из тяжелого и ячеистого силикатобетонов, могут использоваться в асфальтобетонных смесях (в качестве минерального порошка) и для получения шлакового бесклнкерного цемента.

По технологическим и физико-механическим показателям ячеистые бетоны на тонкозернистых песках из отходов обогащения соответствуют нормативным требованиям, предъявляемым к ячеистым конструктивным и конструктивно-теплоизоляционным бетонам.

Для доизвлечения железа применяются различные способы обогащения: обратная флотация, флотация хвостов, прямая флотация руды, сухая магнитная сепарация, магнитно-флотационный способ и др. Вместе с тем они не всегда эффективны для обогащения окисленных немагнитных руд.

Достигнутые экологические выгоды

Сокращение воздействия, обусловленное изъятием земель с целью организации объектов размещения отходов, загрязнением почв, подземных и поверхностных вод, обусловленное инфильтрацией загрязненных вод, сокращение выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух от эксплуатации объекта.

Экологические характеристики и эксплуатационные данные

На АО "ССГПО" хвосты сухой магнитной сепарации железнодорожным транспортом направляются на склад отвальных хвостов и используются для производства стройматериалов, включая балластировку забойных и отвальных железнодорожных тупиков при их переукладке в карьерах, отвалах и отсыпке автомобильных дорог карьеров, входящих в состав предприятия [59]. Ежегодная переработка на предприятии составляет не менее 400 000 тонн.[60].

На Михайловском ГОКе (Российская Федерация) в целях рационального использования минеральных ресурсов отработаны технологии по использованию вскрышных пород для производства кирпича, формовочных смесей, щебня, стекла.[61]

При разработке железорудных месторождений вскрышные массивные породы используются, в основном, в качестве щебня в бетоны. В частности, на примере Лебединского ГОКа наглядно прослеживается использование пород, входящих в состав вскрыши, в производстве строительных материалов. Дробильно-сортировочная фабрика ГОКа выпускает высококачественный щебень из кристаллических сланцев для дорожного строительства и из кварцитопесчаников для получения тяжелых бетонов.

Кросс-медиа эффекты

Сведения отсутствуют.

Технические соображения, касательно применимости

Общеприменимо.

Экономика

В зависимости от применяемого метода в каждом конкретном случае. При этом использование отходов имеет положительных экономический эффект.

Движущая сила внедрения

Сокращение отходов производства при добыче и обогащении железной руды. Экологическое законодательство.

5.3.13.4. Использование отходов при заполнении выработанного пространства

Описание

Использование пустых пород и/или хвостов обогащения в закладочных смесях для заполнения подземных пустот.

Техническое описание

Заполнение выработанного пространства карьеров отходами горнодобывающей деятельности (вскрышные и вмещающие породы, хвосты) следует расценивать как ликвидацию горных выработок, являющуюся одной из стадий технической рекультивации.

Одним из способов использования отходов в горнодобывающей промышленности является закладка выработанного пространства подземных горных выработок, реализованная на многих рудниках.

Твердеющая закладка успешно применяется за рубежом в Канаде, США, Японии, Швеции, Финляндии, Индии, Германии, Австралии при разработке полиметаллических, медных, железных и других руд. В настоящее время системами с твердеющей закладкой в странах СНГ добывается 25 % руд цветных и ценных металлов, в Австралии – 30 %, в Канаде – 40 %, в Финляндии – 85 %, во Франции – 87 %. Это свидетельствует об эффективности применения этих систем разработки, несмотря на дополнительные расходы, которые перекрываются качеством полученной продукции и отсутствием затрат на обогащение.

Выемку запасов руд системами разработки с твердеющей закладкой на сегодняшний день в Республике Казахстан осуществляют или планируют осуществлять на многих горнодобывающих предприятиях. На подземных рудниках ТОО "Корпорация "Казахмыс", ТОО "Востокцветмет" KAZ Minerals PLC и ТОО "Казцинк" применяется также гидравлическая и сухая породная закладка выработанного пространства.

Анализ составов твердеющей закладки зарубежных и отечественных рудников показал, что наиболее часто используют в качестве вяжущих материалов – цемент, шлак, пирротин, хвосты обогащения. Из инертных заполнителей распространены хвосты обогащения, песок, отвальная горная порода, щебень, гравий, известняк, шлак и др. (рисунок 5.46).



Рисунок .. Диаграмма использования вяжущих (а) и инертных материалов (б) в закладочных работах (%)

В последние годы горнорудные предприятия ТОО "Казцинк" стали уделять большое внимание вопросам рационального недропользования, в частности, утилизации пустой породы от проходческих работ в закладку, а также использования шахтных вод для приготовления закладочных смесей. В результате проведенных на руднике исследовательских работ разработаны и внедрены в производство рациональные схемы подачи пустой породы от проходческих работ в пустоты отработанных камер без выдачи породы на поверхность.

Достигнутые экологические выгоды

Сокращение объемов образования и накопления отходов добычи и обогащения.

Кросс-медиа эффекты

При использовании систем разработки с твердеющей закладкой значительная доля затрат (до 15 – 25 %) в добыче руды приходится на закладочные работы.

Технические соображения, касающиеся применимости

Представленные методы и технические решения общеприменимы, могут использоваться как по отдельности, так и в совокупности, но существует ряд ограничений технологического и экономического характера.

На рудниках Республики Казахстан наиболее рациональной технологией производства закладочных смесей является мельничный способ на основе цементном шлакового вяжущего с использованием в качестве заполнителя смеси дробленной горной массы и отходов горно-металлургического производства.

Экономика

В каждом отдельном случае стоимость техники индивидуальна.

Эффективность применения систем разработки с твердеющей закладкой подтверждается на горно-обогатительном комбинате "Химрудтех" (Украина). Достигнута высокая производительность труда, снижены потери полезного ископаемого с 30 до 4,4 %. Разубоживание руды уменьшилось на 3 – 4 %, а объем ее добычи руды из целиков возрос до 50 – 60 % по сравнению с 5 – 10 % при системах разработки с обрушением боковых пород.

5.3.13.5. Использование отходов при ликвидации горных выработок

Описание

Использование отходов добычи и обогащения полезных ископаемых на техническом этапе рекультивации нарушенных земель при подтверждении возможности использования данных видов отходов:

вскрышных и вмещающих пород;

хвостов;

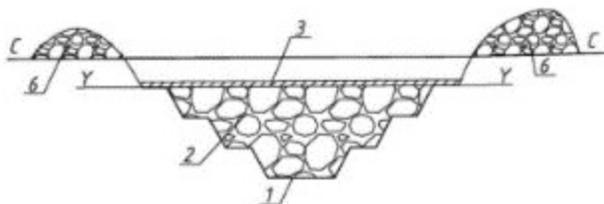
отходов производства черных металлов;

золошлаков.

Техническое описание

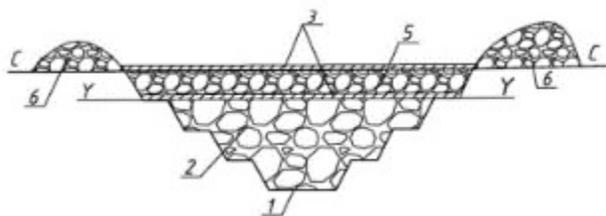
При рекультивации и ликвидации выработанных карьеров предлагаются способы совмещения проведения технического этапа рекультивации для открытых горных выработок с подготовкой подстилающих слоев и плодородной почвы.

Сущность способов сводится на первом этапе к закладке выработанного пространства разреза (1) вскрышными породами (2), не представляющими потенциальной опасности для загрязнения подземных вод, из внешних отвалов (6), из исходного состояния разреза до уровня заполнения выработанного пространства подземными водами (У-У) (рисунок 5.47). Первый этап заканчивается отделением заполненного пространства водоупорным слоем глины (3) мощностью 0,8 – 1,0 м.



1 – открытая горная выработка (разрез), 2 – вскрышные породы из внешних, 3 – водоупорный глинистый слой, У-У – уровень заполнения выработанного пространства подземными водами, С-С – линия среза бортов разреза, 6 – внешние отвалы вскрышных пород.

Рисунок .. Первый этап рекультивации



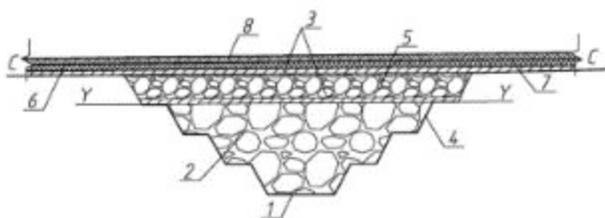
1 – открытая горная выработка (разрез), 2 – вскрышные породы из внешних отвалов, 3 – водоупорный глинистый слой, У-У – уровень заполнения выработанного

пространства подземными водами, С-С – линия среза бортов разреза, 6 – внешние отвалы вскрышных пород

Рисунок .. Второй этап рекультивации

На втором этапе выработанное пространство заполняется промышленными отходами IV–V класса опасности, обеспечивая их захоронение, который отделяется водоупорным слоем глины (3) мощностью 0,5 – 0,7 м.

На третьем этапе выполняются откосы бортов по линии среза бортов С-С (рисунок 5.49), для планировки заданного угла восстановленной территории с использованием остатков вскрышных пород внешних отвалов, а затем наносится водоупорный слой глины 0,5 – 0,7 м для предотвращения перехода загрязняющих веществ отходов в плодородный слой.



1 – разрез, 2 – вскрышные породы, 3 – водоупорный глиняный слой, У-У – уровень затопления выработанного пространства подземными водами, С-С – линия выполняживания бортов разреза, 4 – борта разреза, 5 – твердые бытовые и промышленные отходы, 7 – слой ОСВ или золы уноса, 8 – плодородный или потенциально плодородный слой шлака с размеров кусков 0 – 13 мм, а так же структуризации почвы при вспашке и бороновании.

Рисунок .. Третий этап рекультивации

На четвертом этапе в зависимости от вида планируемой растительности и глубины ее корневой системы, а также вида переработанного отхода на площади рекультивируемого пространства формируется плодородный слой из плодородных или потенциально плодородных почв послойно, сверху и/или снизу слоя остатков сточных вод, донного ила, отходов животноводства мощностью 0,1 – 0,2 м, слоя котельного шлака дробленного.

Вариантов формирования плодородного слоя при наличии разнообразных отходов, может быть, бесчисленное множество и зависит от количества полезных веществ в них, выбранной растительности и многих других факторов, определяющих экономическую целесообразность использования материалов. Возможно перемешивание материалов в соотношении 1:1 – 1:2 в зависимости от типа растительности и укладка единым слоем мощность 0,2 – 0,6 м. На пятом этапе на рекультивируемую площадь наносится ПСП

мощностью 0,15 – 0,2 м или потенциально ПСП мощностью 0,3 – 0,5 м, в который для улучшения плодородия вносят брикетированное удобрение из остатков сточных вод с расходом 100 – 180 г/м².

Достигнутые экологические выгоды

Сокращение складирования отходов производства.

Экологические характеристики и эксплуатационные данные

НДТ позволяет сократить изъятие земель под объекты размещения отходов, загрязнение почв, поверхностных водных объектов и подземных вод. Также сокращаются затраты на технический этап рекультивации, расходы на транспортировку отходов до объектов размещения отходов. Снижение пыления до 60 г пыли/т хвостов.

Кросс-медиа эффекты

Сведения отсутствуют.

Технические соображения, касательно применимости

Общеприменимо при ликвидации и рекультивации карьеров.

Экономика

В зависимости от применяемого метода в каждом конкретном случае. Применения данного мероприятия позволяет сократить затраты, связанные с рекультивацией, а также с транспортировкой отходов.

Движущая сила внедрения

Сокращение отходов производства при добыче и обогащении железной руды. Экологическое законодательство.

6. Заключение, содержащее выводы по наилучшим доступным техникам

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;

при фактических значениях уровней эмиссий маркерных загрязняющих веществ ниже диапазона указанных технологических показателей, связанных с применением НДТ, требования, определенные настоящим разделом, являются соблюденными.

Иные технологические показатели, связанные с применением НДТ, в том числе уровней потребления энергетических, водных и иных ресурсов для соответствующего

показателя и (или) отрасли определяются согласно действующим национальным нормативным правовым актам.

Иные технологические показатели, связанные с применением НДТ, выражаются в количестве потребления ресурсов в расчете на единицу времени или единицу производимой продукции (товара), выполняемой работы, оказываемой услуги. Соответственно, установление иных технологических показателей обусловлено применяемой технологией производства. Кроме того, в результате анализа потребления энергетических, водных и иных (сырьевых) ресурсов, проведенного в разделе "Общая информация", получен вариативный ряд показателей, который зависит от многих факторов: качественные показатели сырья, производительность и эксплуатационные характеристики установки, качественные показатели готовой продукции, климатические особенности регионов и т. д.

Технологические показатели потребления ресурсов должны быть ориентированы на внедрение НДТ, в том числе прогрессивной технологии, повышение уровня организации производства, соответствовать наименьшим значениям (исходя из среднегодового значения потребления соответствующего ресурса), и отражать конструктивные, технологические и организационные мероприятия по экономии и рациональному потреблению.

6.1. Общие НДТ

Если не указано иное, заключения по НДТ, представленные в настоящем разделе, являются общеприменимыми.

НДТ для конкретных процессов, указанные в разделах 6.2 – 6.5, применяются в дополнение к общим НДТ, приведенным в настоящем разделе.

6.1.1. Система экологического менеджмента

НДТ 1.

В целях улучшения общей экологической эффективности НДТ заключается в реализации и соблюдении СЭМ, которая включает в себя все следующие функции:

- 1) заинтересованность и ответственность руководства, включая высшее руководство;
- 2) определение экологической политики, которая включает в себя постоянное совершенствование установки (производства) со стороны руководства;
- 3) планирование и реализация необходимых процедур, целей и задач в сочетании с финансовым планированием и инвестициями;
- 4) внедрение процедур, в которых особое внимание уделяется:
структуре и ответственности,
подбору кадров,
обучению, осведомленности и компетентности персонала,
коммуникации,
вовлечению сотрудников,

документации,
эффективному контролю технологического процесса,
программам технического обслуживания,
готовности к чрезвычайным ситуациям и ликвидации их последствий,
обеспечению соблюдения экологического законодательства;

5) проверка производительности и принятие корректирующих мер, при которых особое внимание уделяется:

мониторинг и измерения,
корректирующие и предупреждающие меры,
ведение записей,

6) независимый (при наличии такой возможности) внутренний или внешний аудит, для определения соответствия СЭМ запланированным мероприятиям, ее внедрение и реализация;

7) анализ СЭМ и ее соответствия современным требованиям, полноценности и эффективности со стороны высшего руководства;

8) отслеживание разработки экологически более чистых технологий;

9) анализ возможного влияния на окружающую среду при выводе установки из эксплуатации, на стадии проектирования нового завода и на протяжении всего срока его эксплуатации;

10) проведение сравнительного анализа по отрасли на регулярной основе.

Разработка и реализация плана мероприятий по неорганизованным выбросам пыли и использование системы управления техническим обслуживанием, которая особенно касается эффективности систем снижения запыленности, также являются частью СЭМ.

Объем (например, уровень детализации) и характер СЭМ (например, стандартизованная или не стандартизованная), как правило, связаны с характером, масштабом и сложностью установки, а также уровнем воздействия на окружающую среду, которое она может оказывать.

6.1.2. Управление энергопотреблением

НДТ 2.

НДТ является сокращение потребления тепловой и энергетической энергии путем применения одной или комбинации нескольких из перечисленных ниже техник:

№ п/п	Техники	Применимость
1	2	3
1	Использование системы управления эффективным использованием энергии (например, в соответствии со стандартом ISO 50001)	(Общеприменимо

2	Применение ЧРП на различном оборудовании (конвейерное, вентиляционное, насосное и т.д.)	Общеприменимо
3	Применение энергосберегающих осветительных приборов	Общеприменимо
4	Применение электродвигателей с высоким классом энергоэффективности	Общеприменимо
5	Применение УКРМ, а также фильтро-компенсирующих устройств, для фильтрации высших гармоник и компенсации реактивной мощности в электрических сетях предприятий	Общеприменимо
6	Применение современных теплоизоляционных материалов на высокотемпературном оборудовании	Общеприменимо
7	Рекуперация тепла из теплоты отходящего процесса	Общеприменимо
8	Применение неформованных огнеупорных материалов для футеровки обжиговых машин	Общеприменимо

6.1.3. Управление процессами

НДТ 3.

НДТ является измерение или оценка всех соответствующих параметров, необходимых для управления процессами из диспетчерских с помощью современных компьютерных систем с целью непрерывной корректировки и оптимизации процессов в режиме реального времени, для обеспечения стабильности и бесперебойности технологических процессов, что повысит энергоэффективность и позволит максимально увеличить производительность и усовершенствовать процессы обслуживания. НДТ заключается в обеспечении стабильной работы процесса с помощью системы управления процессом вместе с использованием одной или комбинации техник:

№ п/п	Техники	Применимость
1	2	3
1	АСУ технологическим процессом и очистными сооружениями	Общеприменимо
2	АСУ горнотранспортным оборудованием	Общеприменимо

6.1.4. Мониторинг выбросов

НДТ 4.

НДТ является проведение мониторинга выбросов маркерных загрязняющих веществ из дымовых труб от основных источников выбросов всех процессов.

Периодичность мониторинга может быть адаптирована, если серия данных четко демонстрирует стабильность процесса очистки.

№ п/п	Параметр	Контроль, относящийся к НДТ :	Минимальная периодичность контроля	Примечание
1	2	3	4	5
1	Пыль	НДТ 16, НДТ 17	Непрерывно	Маркерное вещество
2	SO ₂	НДТ 18	Непрерывно	Маркерное вещество
3	NO _x	НДТ 19	Непрерывно	Маркерное вещество
4	CO	НДТ 20	Непрерывно	Маркерное вещество

Непрерывный контроль проводится посредством АСМ на организованных источниках согласно требованиям к периодичности контроля, предусмотренной действующим законодательством.

6.1.5. Мониторинг сбросов

НДТ 5.

НДТ заключается в проведении мониторинга сбросов маркерных загрязняющих веществ в месте выпуска сточных вод из очистных сооружений в соответствии с национальными и/или международными стандартами, регламентирующими предоставление данных эквивалентного качества.

№ п/п	Параметр	Минимальная периодичность контроля
1	2	3
1	Температура (С ⁰)	Непрерывно*
2	Расходомер (м ³ /час)	Непрерывно*
3	Водородный показатель (ph)	Непрерывно *
4	Электропроводность (мкс - микросименс)	Непрерывное*
5	Мутность (ЕМФ-единицы мутности по формазину на литр)	Непрерывное*
6	Марганец (Mn)	Один раз в квартал **
7	Железо (Fe)	Один раз в квартал **
8	Свинец (Pb)	Один раз в квартал **
9	Цинк (Zn)	Один раз в квартал **
10	Взвешенные вещества	Один раз в квартал **

* выпуски сточных вод, отводимые с объекта I категории, подлежат оснащению АСМ;

**** периодичность контроля применима для веществ при условии их наличия в составе добываемой руды.**

Для мониторинга сброса сточных вод существует множество стандартных процедур отбора проб и анализа воды и сточных вод, в том числе:

случайная проба – одна проба, взятая из потока сточных вод;

составная проба – проба, отбираемая непрерывно в течение определенного периода, или проба, состоящая из нескольких проб, отбираемых непрерывно или периодически в течение определенного периода и затем смешанных;

квалифицированная случайная проба – составная проба из не менее чем пяти случайных проб, отобранных в течение максимум двух часов с интервалом не менее двух минут и затем смешанных.

6.1.6. Шум

НДТ 6.

В целях снижения уровня шума НДТ заключается в использовании одной или комбинации техник:

№ п/п	Техники	Применимость
1	2	3
1	регулярное техобслуживание оборудования, герметизация и ограждение вызывающих шум технических средств	Общеприменимо
2	сооружение шумозащитных валов	Общеприменимо
3	учет характера распространения шума и планирование работ с учетом этого, например, расположение блока измельчения и грохочения в подземном пространстве или частично под землей, расположение издающих шум машин недалеко друг от друга и в заглублении по отношению к уровню земли (уменьшается также площадь воздействия), закрытие дверей цеха обогащения и измельчения	Общеприменимо
4	выбор направления проходки таким образом, чтобы место проведения работ оставалось по отношению к населенному пункту за очистным забоем	Общеприменимо
5	оставление неотбитых стенок для защиты от шума в направлении населенного пункта	Общеприменимо
6	оставление деревьев и других растений на краю рудничной	Общеприменимо

	территории или вокруг объектов, издающих шум	
7	ограничение размера заряда при взрыве, а также оптимизация объема ВВ	Общеприменимо
8	предварительное извещение о взрыве и проведение взрывных работ в определенное, по возможности в одно и то же, время дня. Взрыв вызывает сильный, но непродолжительного характера шум, поэтому предварительное извещение о нем положительно влияет на отношение к этому страдающих от шума	Общеприменимо
9	планирование транспортных маршрутов и осуществление перевозки в такие сроки, когда они вызывают минимальное воздействие	Общеприменимо

6.1.7. Запах

НДТ 7.

В целях снижения уровня шума НДТ заключается в использовании одной или комбинации техник:

№ п/п	Техники	Применимость
1	2	3
1	надлежащее хранение и обращение с пахучими материалами	Общеприменимо
2	тщательное проектирование, эксплуатация и техническое обслуживание любого оборудования, которое может выделять запахи	Общеприменимо
3	сведение к минимуму использование пахучих материалов	Общеприменимо
4	сокращение образования запахов при сборе и обработке сточных вод и осадков	Общеприменимо

6.2. Неорганизованные выбросы

НДТ 8.

Для предотвращения или, если это практически невозможно, сокращение неорганизованных выбросов пыли в атмосферу НДТ заключается в разработке и

реализации плана мероприятий по неорганизованным выбросам, как части СЭМ (см. НДТ 1), который включает в себя:

определение наиболее значимых источников неорганизованных выбросов пыли;

определение и реализация соответствующих мер и технических решений для предотвращения и/или сокращения неорганизованных выбросов в течение определенного периода времени.

НДТ 9.

НДТ является предотвращение или сокращение неорганизованных выбросов пыли и газообразных выбросов при проведении производственного процесса добычи руд.

К мерам, применимым для предотвращения и снижения выбросов пыли при проведении производственного процесса добычи руд, относятся:

№ п/п	Техники	Применимость
1	2	3
1	применение большегрузной высокопроизводительной горной техники	общеприменимо
2	проведение горных выработок и применение систем отработки с использованием современного высокопроизводительного самоходного оборудования	общеприменимо
3	применение современных, экологичных и износостойких материалов	общеприменимо
4	применение различных видов и типов конвейерного и пневматического транспорта для перевозки горной массы	общеприменимо

НДТ 10.

НДТ является предотвращение или сокращение неорганизованных выбросов пыли при проведении взрывных работ.

К мерам, применимым для предотвращения и снижения выбросов пыли при проведении взрывных работ относятся:

№ п/п	Техники	Применимость
1	2	3
1	уменьшение количества взрывов путем укрупнения взрывных блоков	общеприменимо
2	использование в качестве ВВ простейших и эмульсионных составов с нулевым или близким к нему кислородным балансом	общеприменимо

3	частичное взрывание на "подпорную стенку" в зажиме	общеприменимо
4	внедрение компьютерных технологий моделирования и проектирования рациональных параметров буровзрывных работ	общеприменимо
5	проведение взрывных работ в оптимальный временной период с учетом метеоусловий	общеприменимо
6	использование рациональных типов забоечных материалов, конструкций скважинных зарядов и схем инициирования	общеприменимо
7	орошение взрываемого блока и зоны выпадения пыли из пылегазового облака водой, пылесмачивающими добавками и экологически безопасными реагентами	общеприменимо
8	применение установок локализации пыли и пылегазового облака	общеприменимо
9	применение технологий гидрообеспыливания (гидрозабойка взрывных скважин и шпуров, укладка над скважинами емкостей с водой)	общеприменимо
10	проветривание горных выработок	общеприменимо
11	использование зарядных машин с датчиками контроля подачи ВВ	общеприменимо
12	использование естественной обводненности горных пород и взрывааемых скважин	общеприменимо
13	использование неэлектрических систем инициирования для ведения взрывных работ в подземных условиях	общеприменимо

НДТ 11.

НДТ является предотвращение или сокращение неорганизованных выбросов пыли при проведении буровых работ.

К мерам, применимым для предотвращения и снижения выбросов пыли при проведении буровых работ, относятся:

№ п/п	Техники	Применимость
1	2	3

1	позиционирование буровых станков в реальном времени с применением системы контроля параметров высокоточного бурения	общеприменимо
2	применение технической воды и различных активных средств для связывания пыли	общеприменимо
3	оснащение буровой техники средствами эффективного пылеподавления и пылеулавливания в процессе бурения технологических скважин	общеприменимо

НДТ 12.

НДТ является предотвращение или сокращение неорганизованных выбросов пыли при транспортировке, погрузочно-разгрузочных операциях.

К мерам, применимым для предотвращения и снижения выбросов пыли при транспортировке, погрузочно-разгрузочных операциях, относятся:

№ п/п	Техники	Применимость
1	2	3
1	оборудование эффективными системами пылеулавливания, вытяжным и фильтрующим оборудованием для предотвращения выбросов пыли в местах разгрузки, перегрузки, транспортировки и обработки пылящих материалов	общеприменимо
2	применение предварительного увлажнения горной массы, орошение технической водой, искусственное проветривание экскаваторных забоев	общеприменимо
3	применение стационарных и передвижных гидромониторно-насосных установок, на колесном и рельсовом ходу	общеприменимо
4	применение различных оросительных устройств для разбрызгивания воды в зоне стрелы и черпания ковша экскаватора	общеприменимо
5	организация процесса перевалки пылеобразующих материалов	общеприменимо
6	пылеподавление автомобильных дорог путем полива технической водой	общеприменимо

7	применение различных ПАВ для связывания пыли в процессе пылеподавления забоев и карьерных автодорог	общеприменимо
8	укрытие железнодорожных вагонов и кузовов автотранспорта	общеприменимо
9	применение устройства и установки для выравнивания и уплотнения верхнего слоя грузов при транспортировке в железнодорожных вагонах и др.	общеприменимо
10	очистка автотранспортных средств (мойка кузова, колес), используемых для транспортировки пылящих материалов	общеприменимо
11	применение различных видов и типов конвейерного и пневматического транспорта для перевозки горной массы	общеприменимо
12	проведение замеров дымности и токсичности автотранспорта и контрольно-регулирующих работ топливной аппаратуры	общеприменимо
13	применение каталитических технологий очистки выхлопных газов ДВС	общеприменимо

НДТ 13.

НДТ является предотвращение или сокращение неорганизованных выбросов пыли при хранении руд и продуктов их переработки.

К мерам, применимым для предотвращения и снижения выбросов пыли при хранении руд и продуктов их переработки, относятся:

№ п/п	Техники	Применимость
1	2	3
1	укрепление откосов ограждающих дамб хвостохранилищ с использованием скального грунта, грубодробленной пустой породы	общеприменимо
2	устройство лесозащитной полосы по границе земельного отвода вдоль отвалов рыхлой вскрыши (посадка деревьев)	общеприменимо
3	закрепление пылящих поверхностей хвостохранилищ путем нанесения на поверхность меловой суспензии с последующей обработкой ее	общеприменимо

	разбавленным раствором серной кислоты)	
4	использование отходов полиэтилена и полипропилена с последующей температурной обработкой до сплавления с поверхностью хвосто- и шламохранилища	общеприменимо
5	прокладка труб с разбрызгивателями воды мелкодисперсной фракции по периметру хвостохранилища	общеприменимо
6	использование ветровых экранов	общеприменимо

6.3. Организованные выбросы

Представленные ниже техники и достижимые с их помощью уровни эмиссий установлены для источников, оборудованных принудительными системами вентиляции

6.3.1. Выбросы пыли

НДТ 14.

НДТ является предотвращение или сокращение выбросов пыли и газообразных выбросов, а также сокращение энергопотребления, сокращение образования отходов при проведении производственного процесса обогащения руд.

К мерам, применимым для предотвращения и снижения выбросов пыли при проведении производственного процесса, относятся:

№ п/п	Техники	Применимость
1	2	3
1	использование грохотов с высокой удельной производительностью для мокрого грохочения с полиуретановыми панелями при классификации	общеприменимо
2	использование вертикальных мельниц при доизмельчении черновых концентратов	общеприменимо
3	переработка богатой руды дроблением с последующим разделением, сортировкой по классам крупности товарной продукции	общеприменимо
4	применение сгустителей перед фильтрованием	общеприменимо
5	переработка руды тяжелосредной сепарацией	общеприменимо

6	обогащение железных руд методом магнитной сепарации на барабанных сепараторах	общеприменимо
7	применение магнитной дешламации перед магнитной сепарацией	общеприменимо
8	использование винтовых сепараторов для гравитационного обогащения хромсодержащих руд	общеприменимо

НДТ 15.

НДТ является предотвращение или сокращение выбросов пыли и газообразных выбросов, сокращение образования отходов при производстве окатышей.

К мерам, применимым для предотвращения и снижения выбросов пыли при производстве окатышей, относятся:

№ п/п	Техники	Применимость
1	2	3
1	использование кольцевого охладителя гранулированного материала	общеприменимо
2	совершенствование технологии и тепловых схем обжига окатышей (интенсификация процессов сушки и обжига, применение эффективных горелочных устройств)	общеприменимо

НДТ 16.

В целях сокращения выбросов пыли при процессах, связанных с дроблением, классификацией (грохочением), транспортировкой и хранением при обогащении руды и производстве окатышей, НДТ заключается в использовании техник предварительной очистки дымовых газов (камеры гравитационного осаждения, циклоны, скрубберы), использованием электрофильтров, рукавных фильтров, фильтров с импульсной очисткой, керамических и металлических мелкоочистных фильтров и/или их комбинаций.

№ п/п	Техники	Применимость
1	2	3
1	применение камер гравитационного осаждения	общеприменимо
2	применение циклонов	общеприменимо
3	применение мокрых газоочистителей	общеприменимо

Таблица 6.1. Технологические показатели выбросов пыли в процессах, связанных с дроблением, классификацией (грохочением), транспортировкой и хранением достигаются применением одной и/или нескольких нижеперечисленных техник

№ п/п	Техники	НДТ-ТП (мг/Нм ³) *
1	2	3
1	Электрофильтр	5 – 20**
2	Рукавный фильтр	
3	Фильтр с импульсной очисткой	
4	Керамический и металлический мелкоочистные фильтры	

* при проведении непрерывных измерений пороговые значения выбросов считаются соблюденными, если оценка результатов измерений показывает, что нижеперечисленные условия соблюдены в календарном году:

а) допустимое среднемесячное значение не превышает соответствующие пороговые значения выбросов;

б) допустимое среднесуточное значение не превышает 110% от соответствующих пороговых значений выбросов;

в) 95% всех допустимых среднечасовых значений за год не превышают 200% от соответствующих пороговых значений выбросов;

При отсутствии непрерывных измерений пороговые значения выбросов считаются соблюденными если результаты каждой серий измерений или иных процедур, определенными в соответствии с правилами, установленными компетентными органами, не превышают пороговые значения выбросов;

** для процессов дробления и классификации (грохочения) действующих установок 20 – 100 мг/Нм³.

Мониторинг, связанный с НДТ: см. НДТ 4.

НДТ 17.

В целях сокращения выбросов пыли при обогащении руды (сушка концентрата) и производстве окатышей (обжиг окатышей), НДТ заключается в использовании техник предварительной очистки дымовых газов (камеры гравитационного осаждения, циклоны, скрубберы) с последующим использованием электрофильтров, рукавных фильтров и фильтров с импульсной очисткой или их комбинации.

Таблица .. Технологические показатели выбросов пыли при обогащении руды (сушка концентрата) и производстве окатышей (обжиг окатышей)

№ п/п	Технологический процесс	Техники	НДТ-ТП (мг/Нм ³)*	Применимость
1	2	3	4	5
1		Электрофильтр		Общеприменимо
2		Рукавный фильтр		Общеприменимо

3	Сушка концентрата	Фильтр с импульсной очисткой	5 – 20	Общеприменимо
4	Обжиг окатышей	Электрофильтр	5 – 20**	Общеприменимо
5		Рукавный фильтр		Общеприменимо
6		Фильтр с импульсной очисткой		Общеприменимо

* при проведении непрерывных измерений пороговые значения выбросов считаются соблюденными, если оценка результатов измерений показывает, что нижеперечисленные условия соблюдены в календарном году:

а) допустимое среднемесячное значение не превышает соответствующие пороговые значения выбросов;

б) допустимое среднесуточное значение не превышает 110 % от соответствующих пороговых значений выбросов;

в) 95 % всех допустимых среднечасовых значений за год не превышают 200 % от соответствующих пороговых значений выбросов;

При отсутствии непрерывных измерений пороговые значения выбросов считаются соблюденными если результаты каждой серий измерений или иных процедур, определенными в соответствии с правилами, установленными компетентными органами, не превышают пороговые значения выбросов;

** 20 – 100 мг/Нм³ для установок с частично реконструируемой системой газоочистки и/или с учетом переключений установок между источниками загрязнения атмосферы.

Мониторинг, связанный с НДТ: см. НДТ 4.

6.3.2. Выбросы диоксида серы

НДТ 18.

В целях предотвращения или сокращения выбросов SO₂ из отходящих технологических газов при обогащении руды (сушка концентрата) и производстве окатышей (обжиг окатышей), НДТ заключается в использовании одной из или комбинации нижеперечисленных техник:

№ п/п	Техники	Применимость
1	2	3
1	Десульфуризация и использование топлива с пониженным содержанием серы	Общеприменимо
2	Использование распылительной сушилки-скруббера с впрыскиванием сухого сорбента (известняка)	Общеприменимо

3	Использование "мокрых" способов очистки (мокрый скруббер)	<p>Применительно для новых установок.</p> <p>Для действующих установок применимость может быть ограничена в случаях:</p> <ul style="list-style-type: none"> - очень высокие скорости потока отходящего газа (из-за значительного количества образующихся отходов и сточных вод); - в засушливых районах (из-за большого объема воды и необходимости очистки сточных вод); - необходимость масштабной реконструкции централизованной системы очистки газов с выделением отдельных потоков для обессеривания, а также ограниченностью территории (отсутствие производственных площадей для строительства дополнительных крупногабаритных сооружений).
4	Установки одинарного контактирования	Общеприменимо
5	Установки ДК/ДА (двойное контактирование/двойная абсорбция)	Применимость двухконтактной/двойной абсорбционной кислотной установки может быть ограничена концентрацией серы в обрабатываемом сырье.
6	Установки мокрого катализа	<p>Данный метод применяется в процессах с использованием сульфидного сырья. Для сокращения выбросов SO₂ в отходящих газах менее 0,5 – 1 кг/т серной кислоты, необходимо либо снижение исходной концентрации SO₂ в газе, что приведет к ухуждению технико-экономических показателей работы системы, либо строительство дополнительной установки доочистки отходящих газов.</p>

Таблица .. Технологические показатели выбросов SO₂ при производстве окатышей (обжиг окатышей)

№ п/п	Параметр	НДТ-ТП (мг/Нм ³) *

1	2	3
1	SO ₂	30 – 50 **

* При проведении непрерывных измерений пороговые значения выбросов считаются соблюденными, если оценка результатов измерений показывает, что нижеперечисленные условия соблюдены в календарном году:

а) допустимое среднемесячное значение не превышает соответствующие пороговые значения выбросов;

б) допустимое среднесуточное значение не превышает 110% от соответствующих пороговых значений выбросов;

в) 95% всех допустимых среднечасовых значений за год не превышают 200% от соответствующих пороговых значений выбросов;

При отсутствии непрерывных измерений пороговые значения выбросов считаются соблюденными если результаты каждой серий измерений или иных процедур, определенными в соответствии с правилами, установленными компетентными органами, не превышают пороговые значения выбросов

** 50 – 1250 мг/Нм³ для действующих установок, использующих серосодержащее железорудное сырье, до пересмотра Справочника по НДТ.

Мониторинг, связанный с НДТ: см. НДТ 4.

6.3.3. Выбросы оксидов азота

НДТ 19.

Для предотвращения и/или снижения выбросов окислов азота (NO_x) в атмосферу при обогащении руды (сушка концентрата) и производстве окатышей (обжиг окатышей), НДТ является использование одного или комбинации нижеуказанных методов:

№ п/п	Техники	Описание
-------	---------	----------

1	2	3
1	Горелки с низким уровнем выделения оксидов азота (NO _x)	Предназначены для снижения пиковых температур пламени, что задерживает процесс сгорания, но дает ему завершиться, при этом увеличивая теплопередачу. Эффект этой конструкции горелки заключается в очень быстром воспламенении топлива, особенно при наличии в топливе летучих соединений, при недостатке кислорода в атмосфере, что ведет к снижению образования NO _x . Конструкция горелок с более низкими показателями выбросов

		NO _x предполагает поэтапное сжигание (воздух/топливо) и рециркуляцию дымовых газов.
2	Рециркуляция дымовых газов	Повторная подача отработанного газа из печи в пламя для снижения содержания кислорода и, следовательно, температуры пламени. Использование специальных горелок основано на внутренней рециркуляции дымовых газов, которые охлаждают основание пламени и снижают содержание кислорода в самой горячей части пламени.
3	Применение СКВ	Применяется после обеспыливания и очистки от кислых газов
4	Применение СНКВ	Применяется после обеспыливания и очистки от кислых газов

При использовании одной или комбинации указанных техник, количественное значение эмиссии должно соответствовать установленным санитарно-гигиеническим, ЭНК и целевым показателям качества окружающей среды. При наличии разных значений, определенных НПА, применяются наиболее жесткие требования, установленные к NO_x.

Мониторинг, связанный с НДТ: см. НДТ 4.

6.3.4. Выбросы оксида углерода

НДТ 20.

Для предотвращения и/или снижения выбросов оксида углерода в атмосферу при обогащении руды (сушка концентрата) и производстве окатышей (обжиг окатышей), НДТ является использование одного или комбинации нижеуказанных методов:

№ п/п	Техники	Описание
1	2	3
1	Абсорбционная очистка газов с использованием медноаммиачных растворов	Низкотемпературный процесс очистки газов и основан на физической абсорбции СО или промывкой газа жидким азотом. Процесс очистки состоит из трех стадий: предварительного охлаждения и сушки исходных газов; глубокого охлаждения этих газов и частичной конденсации их компонентов; отмывки газов от оксида углерода, метана и кислорода жидким азотом в

		промывной колонне. Холод, необходимый для создания в установке низких температур, обеспечивается аммиачным холодильным циклом, а также рекуперацией холода обратных потоков азотоводородной фракции и азотного цикла высокого давления.
2	Каталитическая очистка газов с использованием реакции водяного пара	Процесс очистки может осуществляться с использованием реакции водяного пара (конверсией с водяным паром), проводимой в присутствии окисных железных катализаторов. Остаточное содержание оксидов углерода в очищенном газе составляет несколько десятитысячных долей процента. Одновременно происходит удаление свободного кислорода, если он присутствует в газе.
3	Очистка газов с термическим некаталитическим дожиганием и каталитическим дожиганием	Для окисления оксида углерода используют марганцевые, медно-хромовые и содержащие металлы платиновой группы катализаторы. В зависимости от состава отходящих газов в промышленности применяют различные технологические схемы очистки.

При использовании одной или комбинации указанных техник, количественное значение эмиссии должно соответствовать установленным санитарно-гигиеническим, ЭНК и целевым показателям качества окружающей среды. При наличии разных значений, определенных НПА, применяются наиболее жесткие требования, установленные к СО.

Мониторинг, связанный с НДТ: см. НДТ 4.

6.4. Управление водопользованием, удаление и очистка сточных вод

НДТ 21.

НДТ для удаления и очистки сточных вод является управление водным балансом предприятия. НДТ заключается в использовании одной из или комбинации техник:

№ п/п	Техники	Применимость
1	2	3
1	разработка водохозяйственного баланса горнодобывающего предприятия	Общеприменимо

2	внедрение системы оборотного водоснабжения и повторного использования воды в технологическом процессе	Общеприменимо
3	сокращение водопотребления в технологических процессах	Общеприменимо
4	гидрогеологическое моделирование месторождения	Общеприменимо
5	внедрение систем селективного сбора шахтных и карьерных вод	На действующих установках применимость может быть ограничена конфигурацией существующих систем сбора сточных вод
6	использование локальных систем очистки и обезвреживания сточных вод	На действующих установках применимость может быть ограничена конфигурацией существующих систем очистки сточных вод

НДТ 22.

НДТ для снижения гидравлической нагрузки на очистные сооружения и водные объекты является снижение водоотлива карьерных и шахтных вод путем применения отдельно или совместно следующих технических решений.

№ п/п	Техники	Применимость
1	2	3
1	применение рациональных схем осушения карьерных и шахтных полей	Определяется исходя из горно-геологических, гидрогеологических и горнотехнических условий разрабатываемого месторождения
2	использование специальных защитных сооружений и мероприятий от поверхностных и подземных вод, таких как водопонижение и/или противofильтрационные завесы и другое	Общеприменимо
3	оптимизация работы дренажной системы	Общеприменимо
4	изоляция горных выработок от поверхностных вод путем регулирования поверхностного стока	Общеприменимо
5	отвод русел рек за пределы горного отвода	Применяется в тех случаях, когда обводнение карьера или шахты за счет поступления вод из них достаточно существенно

6	недопущение опережающего понижения уровней подземных вод	Общеприменимо
7	предотвращение загрязнения шахтных и карьерных вод в процессе откачки	Общеприменимо

НДТ 23.

НДТ для снижения негативного воздействия на водные объекты является управление поверхностным стоком территории наземной инфраструктуры с целью сведения к минимуму попадания ливневых и талых сточных вод на загрязненные участки, отделения чистой воды от загрязненной, предотвращения эрозии незащищенных участков почвы, предотвращения заиливания дренажных систем путем применения отдельно или совместно следующих технических решений.

№ п/п	Техники	Применимость
1	2	3
1	организация системы сбора и очистки поверхностных сточных вод с породных отвалов	Общеприменимо
2	перекачка сточных вод из гидротехнических сооружений при отвалах в хвостохранилище	Общеприменимо
3	отведение поверхностного стока с ненарушенных участков в обход нарушенных участков, в том числе и выровненных, засеянных или озелененных, что позволит минимизировать объемы очищаемых сточных вод	Общеприменимо
4	очистка поверхностного стока с нарушенных и загрязненных участков территории с повторным использованием очищенных сточных вод на технологические нужды	Общеприменимо
5	организация ливнестоков, траншей, канав надлежащих размеров; оконтуривание, террасирование и ограничение крутизны склонов; применение отмостков и облицовок с целью защиты от эрозии	Общеприменимо
6	организация подъездных дорог с уклоном, оснащение дорог дренажными сооружениями	Общеприменимо
	выполнение фитомелиоративных работ биологического этапа рекультивации, осуществляемых	

7	сразу же после создания корнеобитаемого слоя с целью предотвращения эрозии	Общеприменимо
---	--	---------------

НДТ 24.

НДТ для снижения уровня загрязнения сточных (шахтных, карьерных) вод веществами, содержащимися в горной массе, продукции или отходах производства, является применение одной или нескольких приведенных ниже техник очистки сточных вод:

№ п/п	Техники	Применимость
1	2	3
1	Осветление и отстаивание	Общеприменимо
2	Фильтрация	Общеприменимо
3	Сорбция	Общеприменимо
4	Коагуляция, флокуляция	Общеприменимо
5	Химическое осаждение	Общеприменимо
6	Нейтрализация	Общеприменимо
7	Окисление	Общеприменимо
8	Ионный обмен	Общеприменимо

В отношении установления технологических показателей в сбросах карьерных и шахтных сточных вод в пруды-накопители и пруды-испарители норма не будет распространяться при условии их соответствия требованиям, применяемым в отношении гидротехнических сооружений с подтверждением отсутствия воздействия на поверхностные и подземные водные ресурсы по результатам мониторинговых исследований за последние 3 года.

Установление факта негативного воздействия на поверхностные и подземные водные ресурсы свидетельствует о нарушении требований, применяемых к гидротехническим сооружениям. В этом случае количественные показатели эмиссий должны соответствовать действующим санитарно-гигиеническим, ЭНК и целевым показателям качества окружающей среды по отношению к местам культурно-бытового водопользования.

Мониторинг, связанный с НДТ: см. НДТ 5.

6.5. Управление отходами

НДТ 25.

Чтобы предотвратить или, если предотвращение невозможно, сократить количество отходов, направляемых на утилизацию, НДТ подразумевают составление и выполнение программы управления отходами в рамках СЭМ (см. НДТ 1), который обеспечивает, в порядке приоритетности, предотвращение образования отходов, их подготовку для повторного использования, переработку или иное восстановление.

НДТ 26.

В целях снижения количества отходов, направляемых на утилизацию при добыче и обогащении руд черных металлов, НДТ заключается в организации операций на объекте, для облегчения процесса повторного использования технологических полупродуктов или их переработку с помощью использования одной и/или комбинации техник:

№ п/п	Техники	Применимость
1	2	3
1	Повторное использование пыли из системы пылегазоочистки	Общеприменимо
2	Использование пресс-фильтров для обезвоживания отходов обогащения	Общеприменимо
3	Использование керамических вакуум-фильтров для обезвоживания отходов обогащения	Общеприменимо
4	Использование отходов добычи и обогащения в качестве сырья или добавки к продукции во вторичном производстве и строительных материалов, доизвлечение железных руд, полезных компонентов/минеральных сырьевых ресурсов при наличии таковых, промышленных отходов	Общеприменимо
5	Использование отходов при заполнении выработанного пространства	Общеприменимо
6	Использование отходов при ликвидации горных выработок	Общеприменимо

6.6. Требования по ремедиации

Основным фактором воздействия на атмосферный воздух при добыче и обогащении руд черных металлов являются выбросы загрязняющих веществ, возникающие в результате эксплуатации организованных источников выбросов, в числе которых сушильные барабаны и обжиговые машины, мельницы сухого помола, установки для тарирования и отгрузки. Неорганизованные выбросы пыли возникают при дроблении, транспортировке, складировании сухих материалов, их подаче в бункеры мельниц, движении автотранспорта по дорогам.

Величина воздействия деятельности производственных объектов добычи и обогащения руд черных металлов на грунтовые и подземные воды зависит от объема водопотребления и водоотведения, эффективности работы очистных сооружений, качественной характеристики сброса сточных воды на поля фильтрации и рельеф

местности. Производственные стоки отсутствуют, если только система охлаждающей воды установки не имеет замкнутого контура.

Образующиеся в результате производственных и технологических процессов отходы могут передаваться на утилизацию/переработку сторонним организациям на договорной основе, частично используются для собственных нужд при заполнении выработанного пространства, часть возвращается в производство.

Согласно Экологическому кодексу ремедиация проводится при выявлении факта экологического ущерба:

- животному и растительному миру;
- подземным и поверхностным водам;
- землям и почве.

Таким образом, в результате деятельности предприятий по добыче и обогащению руд черных металлов следующие негативные последствия наступают в результате загрязнения атмосферного воздуха и дальнейшего перехода загрязняющих веществ из одного компонента природной среды в другую:

загрязнение земель и почв в результате осаждения загрязняющих веществ из атмосферного воздуха на поверхность почв и дальнейшая их инфильтрация в поверхностные и подземные воды;

воздействие на животный и растительный мир.

При обнаружении фактов экологического ущерба компонентам природной среды по результатам производственного и (или) государственного экологического контроля, причиненного в результате антропогенного воздействия, и при закрытии и (или) ликвидации последствий деятельности, необходимо провести оценку изменения состояния компонентов природной среды в отношении состояния, установленного в базовом отчете или эталонного участка.

Лицо, действия или деятельность которого причинили экологический ущерб, должна предпринять соответствующие меры для устранения такого ущерба, чтобы восстановить состояние участка, следуя нормам Экологического кодекса (статьи 131 – 141 раздела 5) и Методическим рекомендациям по разработке программы ремедиации.

Помимо того, лицо, действия или деятельность которого причинили экологический ущерб, должно принять необходимые меры для удаления, сдерживания, или сокращения эмиссий соответствующих загрязняющих веществ, также для контрольного мониторинга в сроки и периодичность, для того чтобы, с учетом их текущего, или будущего утвержденного целевого назначения, участок больше не создавал значительного риска для здоровья человека, и не причинял ущерб от ее деятельности в отношении окружающей среды из-за загрязнения компонентов природной среды.

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 технической рабочей группы 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.

Далее в тексте эти решения описаны применительно к добыче и обогащению железных руд, производству окатышей.

7.1. Перспективные техники в области добычи железных руд открытым и подземным способом

7.1.1. Беспилотная техника

Пионером на рынке беспилотной тяжелой техники считается американский Caterpillar. Больше 20 лет назад компания представила первый самоходный карьерный самосвал. В настоящее время на железорудных предприятиях Западной Австралии действует несколько карьеров с полностью беспилотными большегрузными автосамосвалами. Начиная с 2013 года Caterpillar поставила на рудники австралийского горнодобывающего гиганта Fortescue Metals 56 автономных самосвалов Cat 793F, а в сентябре 2017 года получила заказ на модификацию еще 100 карьерных самосвалов в беспилотные машины.

Мировой опыт роботизации - компании и карьеры

Карьер	Страна	Роботизированная техника
RIO Tinto «Mine of the Future»	Австралия	73 самосвала Komatsu, ЖД транспорт
RIO Tinto Gina Rinehart's Roy Hill	Австралия	Проект карьера разрабатывался для автономных самосвалов
Alberta Mining Corp	Канада	Автономные самосвалы
BHP Billiton, Dean Dalla Valle	Австралия	Автономные самосвалы и буровые станки (Atlas Copco)
BHP Billiton Meandu coal mine Newman iron ore mine	Австралия	Автономные самосвалы
Fortescue Mining Group	Австралия	Анонсировано, что используется 45 автономных самосвалов CAT 793
Codelco	Чили	Автономные самосвалы Komatsu
Anglo American	ЮАР	Участок автономных шарнирно-сочлененных самосвалов (10 ед.)
Алроса	РФ	Использование дистанционно-управляемой техники

Рисунок .. Мировой опыт внедрения беспилотных технологий

Самосвалы работают в режиме 24/7 ежедневно в течение года, что экономит недропользователю 500 ч работы в год. Управление всеми операциями выполняется с помощью системы Cat MineStar. Грузовики управляются дистанционно из операционного центра в Перте, который находится от Пилбары в 1200 км. Каждый карьерный робот-самосвал весом в 500 тонн двигается со скоростью 50 км/ч – почти в 2

раза выше, чем у опытных водителей. Точность ориентации роботов – 1 – 2 см. Отсутствует время на пересменки, обеды. Все это дает повышение производительности, снижение простоев, снижение удельных расходов топлива и снижение удельных выбросов.

"Беспилотники" взаимодействуют с любой управляемой человеком техникой - грейдерами, погрузчиками, автоцистернами, бульдозерами и др. За 4,5 года работы беспилотные автомобили Caterpillar показали на 20 % большую эффективность эксплуатации по сравнению с традиционными машинами.

Производительность "беспилотников" составила невероятные 99,95 %, поскольку эти машины не простаивали и трудились в среднем на 2,5 часа больше, чем автосамосвалы, управляемые людьми.



Рисунок .. Схема управления беспилотными автосамосвалами

Роботизированные самосвалы БелАЗ грузоподъемностью 130 тонн работают на угольном разрезе "Черногорский" ООО "СУЭК-Хакасия" в паре с экскаватором ЭКГ-8У. Беспилотные автомобили движутся по выделенному участку разреза протяженностью 1350 метров и перевозят вскрышную породу.



Рисунок .. Кабина оператора беспилотного БелАЗа

На Корбалихинском руднике АО "Сибирь-Полиметаллы" запустили в работу беспилотную погрузочно-доставочную машину (ПДМ). Внедрения автоматизированной системы контроля и управления горными работами позволяет. Находясь на расстоянии до 100 метров, оператор при помощи пульта, оснащенного системой видеонаблюдения, управляет ПДМ, что исключает нахождение оператора ПДМ в очистном пространстве.

7.1.2. Беспилотные тяговые агрегаты

Применение беспилотных тяговых агрегатов внутри карьеров и на поверхности. Отсутствует время на пересменки, обеды. Все это дает повышение производительности, снижение простоев, снижение удельных расходов электроэнергии. Повышение надежности работы оборудования за счет исключения нарушений технологической дисциплины, превышений скорости, проездов на запрещающий сигнал светофора и т. д. В Rio Tinto (крупнейшей горнодобывающей компании Австралии) подсчитали, что перевод 40 % железнодорожного транспорта на автоматику позволит уменьшить расходы на 2 долл. на тонне железной руды и увеличить ее добычу на 5 %.

7.1.3. Автосамосвалы на альтернативных источниках энергии

В странах Африки, в Бразилии, а теперь и США успешно эксплуатируется система транспорта с применением дизель-троллейбусов. Особенно показателен пример золоторудного карьера "Бетце" (США, шт. Невада), где для транспортировки 410 тыс. тонн горной массы в сутки используется парк из 73 дизель-троллейбусов грузоподъемностью 170 т.

В Африке грузовые троллейбусные предприятия начали работать с 1981 г., когда в карьерах Sishen (ЮАР) на участке 2 км начали работать 55 троллейбусов. С октября 1981 г. в ЮАР было открыто движение троллейбусов Unit Rig Lectra Haul M200eT в Пхалаборве (Phalaborwa), обслуживающих участок 8 км. С 1986 г. троллейбусы на шахтах и карьерах используют в Конго (карьер Lubembashi), Намибии (бассейн Россинга – Rossing – в пустыне Намиб) на медных рудниках Гега вблизи Лубумбаши в Заире.

В начале 2012 года компания NHL-North Haul Industries Group получила первый заказ на поставку на Намибийский горный урановый карьер Кояма тягача-троллейбуса с полуприцепом полной массой 330 тонн с донной загрузкой.

На сегодняшний день фирма Siemens является ведущим поставщиком троллейбусов (рисунок 7.4) и их инфраструктуры [16].



Рисунок .. Карьерный самосвал Siemens – троллейвоз

Возобновление интереса к троллейвозам связано, в первую очередь, с уменьшением потребления дизельного топлива карьерными самосвалами. Помимо очевидного снижения затрат на топливо, на основе современной технологической базы были получены дополнительные преимущества:

- увеличение производственной мощности горного предприятия и уменьшение количества машин за счет более высокой скорости самосвалов (более эффективное использование автопарка);

- значительно более высокая энергоэффективность (около 90 %);

- постоянный крутящий момент (включая высокий крутящий момент на малых скоростях);

- быстрое реагирование на нагрузку и лучшую перегрузочную способность;

- почти двухкратное увеличение скорости движения на руководящем уклоне;

- увеличение длительности работы дизельного двигателя между моментами обслуживания;

- двух-трехкратное сокращение расхода топлива и, следовательно, снижение расходов на топливо на 70 – 80 %;

- снижение затрат на техническое обслуживание самосвалов с дизельным двигателем ;

- повышение доступности обслуживания и увеличение жизненного цикла дизельного двигателя (меньше рабочих часов);

- низкий уровень шума и вибрации;

- уменьшение объема выхлопа отработанных газов дизеля, загазованности карьера и образования тумана;

- возможность запуска на линии на любой скорости и полезной нагрузки.

В настоящее время с целью создания высококонкурентоспособной карьерной техники работы по применению альтернативных источников энергии активно ведутся и на ОАО "БЕЛАЗ".

Среди основных разработок:

электрический самосвал - карьерный самосвал грузоподъемностью 90 тонн, который в качестве источника энергии использует тяговые аккумуляторные батареи;

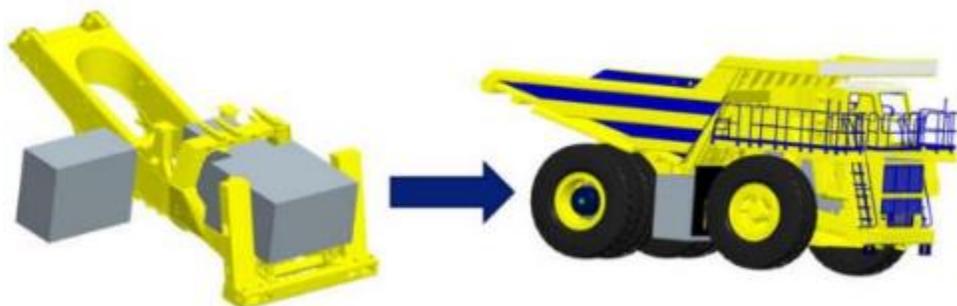


Рисунок .. 3D-проект карьерного самосвала БЕЛАЗ на аккумуляторных батареях
дизель-троллейвоз - карьерный самосвал грузоподъемностью 220 – 240 тонн, который на определенном участке карьерной дороги использует внешний источник электрической энергии, за счет этого увеличивается скорость карьерного самосвала, уменьшаются выбросы в окружающую среду и экономится дизельное топливо, которое является одним из основных источников затрат при добыче полезных ископаемых открытым способом.



Рисунок .. 3D-проект дизель-троллейвоза БЕЛАЗ
самосвал, использующий газ в качестве топлива.

7.1.4. Автоматизированная система управления буровыми работами и зарядными машинами

АСУ буровыми работами и зарядными машинами позволит сократить время наведения станков на скважину, формировать пакет физико-механических

характеристик обрабатываемого блока, повысить оперативный контроль за техническим состоянием бурового оборудования (см. рисунок 7.7). Полученная с АСУ БР информация позволит в реальном времени корректировать буровые работы на обрабатываемом блоке, а также даст информацию по нижележащему блоку, что позволит существенно повысить качество планирования взрывных работ, снизить расход ВВ и увеличить выход горной массы. Автоматизированное управление зарядными машинами позволит автоматически формировать потребность в зарядке скважины и производстве ВВ, сократит перерасход ВВ.



Рисунок 7.7. Схема АСУ буровыми работами

7.1.5. Применение систем высокоточного позиционирования ковша для забойных экскаваторов

Системы высокоточного позиционирования ковша экскаватора позволят в режиме реального времени с сантиметровой точностью позиционировать ковш экскаватора, обеспечивая высокоточную выемку и формирование проектной формы рельефа (отвалов, уступов, дорог), обеспечить отображение электронных проектов рабочих зон на дисплее оператора, отображение профилей фактической и проектной поверхностей, наложенных друг на друга для контроля достижения проектных значений (см. рисунок 7.8).

Данное мероприятие позволит сократить потери и засорение руды, повысить точность выполнения плановых показателей качества, обеспечить необходимый уровень шихтовки, оптимизировать определение составов породы, снизить необходимость повторного перемещения породы, количество неправильно назначаемых рейсов и объем выполняемых вручную изысканий, снизить потребление электроэнергии при производстве добычных работ.



Рисунок .. Схема автоматизированной системы высокоточного позиционирования ковша экскаватора

7.1.6. Применение беспилотных летательных аппаратов для производства маркшейдерских работ

Применение беспилотных летательных аппаратов для производства маркшейдерских работ (см. рисунок 7.9) позволит оперативно решать задачи картирования, оценки объемов горных выработок и отвалов при отработке месторождения открытым способом, повысить контроль за технологическими процессами в реальном времени, повысить качество планирования горных работ, ускорить процесс закрытия периода и подготовки отчетов для контролирующих органов. Данная технология позволит сократить ресурсы для производства маркшейдерских работ.



Рисунок .. Беспилотный летательный аппарат на карьере

7.1.7. Автоматизация процессов добычных работ в подземных условиях

Шахтная автоматизация обеспечит рациональную загрузку парка транспортных средств погрузочно-доставочных операций, оптимизацию параметров откатки, автоматизацию процессов бурения одной или нескольких скважин, вееров или забоя выработки, лучшие условия работы и безопасность, повышение производительности.

Безопасность обеспечивается за счет разделения производственной зоны и системы управления. Один оператор может управлять (из безопасного места, в том числе находясь на поверхности) работой многих автоматизированных машин. Производственный цикл погрузки полуавтоматический. Откатка и разгрузка производятся под управлением навигационной системы, а наполнение ковша управляется дистанционно. Машины оборудованы бортовой видеосистемой, мобильным терминалом для беспроводной связи и навигационной системой. Процесс включает в себя мониторинг производства и состояния парка в реальном режиме времени, а также контроль движения машин.

Данная технология позволит повысить производительность работ, сократить простои и пересменки оборудования, снизить удельные потребления электроэнергии и ресурсов.

7.1.8. Высокопроизводительная проходка горных выработок

Перспективная технология состоит в использовании проходческих комплексов для быстрой, безопасной и экономически эффективной проходки выработок различных профилей (в том числе малого сечения) по породам и рудам высокой крепости без использования буровзрывных работ.

В настоящее время проводятся полевые испытания на медных и платиновых месторождениях ЮАР.

7.1.9. Использование сплавов и износостойких материалов

Применение легких сплавов и специальных износостойких материалов для изготовления подъемных сосудов и их футеровки обеспечивает существенное снижение веса клетей и скипов, увеличение полезной емкости сосудов и веса поднимаемой горной массы без изменения конечной нагрузки, увеличение производительности, позволяет сократить расход электроэнергии и повысить производительность.

7.1.10. Автоматизированный аппаратный контроль состояния ствола, подъемных сосудов, канатов

Система непрерывного аппаратного контроля позволяет в режиме реального времени осуществлять мониторинг состояния канатов, подъемных сосудов и армировки ствола (см. рисунок 7.10). Использование системы повышает достоверность и оперативность оценки динамических и статических параметров системы "подъемный сосуд – жесткая армировка", канатов шахтных подъемных установок. Контроль осуществляется без нарушения режимов работы ШПУ, существенно уменьшается время проведения визуального контроля, а также исключается влияние человеческого фактора на оценку фактического состояния оборудования, режимов работы и конструкций. Система автоматизированного мониторинга канатов позволяет повысить эффективность эксплуатации подъемных установок и принимать решения о проведении ремонтных работ по необходимости, позволяет сократить расход электроэнергии и повысить производительность.



Рисунок .. Система автоматизированного мониторинга каната

7.1.11. Интеллектуальный карьер

Под проектом "Интеллектуальный карьер" подразумевается внедрение автоматизированной системы диспетчеризации (АСУ ГТК) "Карьер". Это система управления горнотранспортными комплексами на основе технологий спутниковой навигации и роботизированной системы управления технологическими процессами

открытых горных работ. Создание АСУ ГТК "Карьер" на горнодобывающих предприятиях позволяет автоматизировать процессы перевозок, выемки и буровзрывных работ, а в дальнейшем осуществлять горные работы без непосредственного участия человека. Это существенно повышает эффективность открытых горных работ, позволяет осуществлять эффективную и безопасную добычу в труднодоступных и тяжелых по климатическим условиям регионах, повышает производственную безопасность на объектах, устраняет проблему нехватки квалифицированного персонала. Использование АСУ ГТК "Карьер" переводит добычу полезных ископаемых открытым способом на современный уровень автоматизации.

7.1.12. Цифровизация управления процессами железнодорожной перевозки горной массы

В настоящее время существует значительный потенциал оптимизации процесса управления железнодорожными перевозками горной массы, связанный с полностью ручной работой диспетчеров, а также большим количеством внеплановых простоев на линии из-за времени подготовки диспетчерами маршрутов. При этом существующее состояние данных зачастую не позволяет автоматизировать движение – основными проблемами являются большая погрешность GPS датчиков на тяговых агрегатах, отсутствие геолокации хозяйственной техники и графа ж/д сети.

Создание динамической модели оптимизации диспетчеризации, подсказывающей диспетчеру оптимальные решения в онлайн-режиме, позволит сократить общее время движения тяговых агрегатов на 2 % за счет снижения времени простоев. Движение поездов в реальном времени будет осуществляться на основе данных о геолокации и текущем состоянии составов.

7.2. Перспективные техники в области обогащения

7.2.1. Флотация хромитовых шламов(отходы)

На обогатительных фабриках по обогащению хромитовых руд большие потери по хромиту связаны со шламами (хвостами). В существующем производстве переработка шламов связано с гравитационным обогащением. Уровень извлечения колеблется на уровне 25 – 35 %. Переработка шламов выведена отдельным производством от обогатительных фабрик. Специалистами НИЦ ERG совместно с ВНИИЦветмет разработали технологию флотации хвостов(шламов) обогатительных фабрик. Результаты данной технологии предполагает извлечение хромита выше 70 % и содержание Cr_2O_3 не ниже 49 %. Данную технологию возможно разместить непосредственно на существующих обогатительных фабриках и тем самым снизить выброс хвостов в шламохранилище, увеличить извлечение на обогатительных фабриках и выпуск готовой продукции.

7.2.2. Рудосортировка руды с забалансовым содержанием

Опыт работы и результаты рудосортировки АО "ССГПО" перспективны для существующих производств предприятий по переработке железных и хромитовых руд.

Сегодня, когда запасы богатых руд (с содержанием Cr_2O_3 более 45 %) на месторождении истощаются, значительным резервом таких руд может стать многомиллионный отвал забалансовых руд, расположенный на промплощадке Донского ГОКа, а также бедные и забалансовые руды, попутно добываемые с рядовыми рудами текущей добычи на подземных рудниках и открытым способом.

Положительный ответ на вопрос о возможности такого обогащения бедных и забалансовых руд методом рентгенорадиометрической сепарации (PPC) был получен 2005 году при опытно-промышленных испытаниях технологии PPC (Иргиридмет) для хромовых руд различного качества целого ряда месторождений (Сопчеозерское, Ашкарка, Сатка, Рай-Из и Хромтау).

Таблица .. Результаты PPC забалансовых руд месторождения Хромтау (Донской ГОК) и бедных руд месторождения Рай-Из

№ п/п	Месторождение (объект)	Класс крупности, мм	Продукты сепарации	Выход, %	Содержание Cr_2O_3 , %	Извлечение Cr_2O_3 , %
1	2	3	4	5	6	7
1	Хромтау (отвалы Донского ГОКа)	-150+40	Концентрат	25,0	48,2	77,7
			Хвосты	75,0	4,6	22,3
			Исходный	100,0	15,5	100,0
2	Рай-Из (Полярный Урал)	-150+20	Концентрат	63,3	48,3	89,1
			Хвосты	36,7	8,3	10,9
			Исходный	100,0	34,3	100,0

Таким образом, было показано, что технология PPC представляет большие возможности для управления качеством руд и гарантированного обеспечения горнодобывающих предприятий высококачественной рудой, полученной из руд низкого качества.

Опытно-промышленные испытания проводились на представительных пробах руд месторождений, массой около 5 тонн каждая.

7.3. Перспективные техники в области производства окатышей

7.3.1. Технология по производству железа прямого восстановления

На предприятиях Республики Казахстан неоднократно рассматривался вопрос применения технологий по производству железа прямого восстановления (или губчатого железа) в основном в виде металлизированных окатышей DRI (Direct Reduced Iron) и горячбрикетированного железа HBI (Hot Briquetted Iron). По-прежнему, как и несколько десятилетий назад, эта технология считается одной из самых перспективных направлений для эффективного развития мировой металлургии. Казахстанское предприятие ТОО "Ferrum Constraction" на основании разработанной институтом "Уралмеханобр" технологии прямого восстановления месторождения гетитовых и гидрогетитовых руд провела полупромышленные испытания в Республики

Индия. В результате испытаний был получен металлургический окатыш с содержанием железа металлического 89 % при содержании в руде 53 % железа. Далее полученный металлургический окатыш прошел испытания в индукционной печи. В результате был получен после разлива стальной брикет.

Данная технология перспективна в отношении всех групп предприятий по переработке железных руд. Специалистами ИИЦ группы предприятий ERG изучалась данная технология и проводились лабораторные испытания.

Основное производство железа прямого восстановления главным образом сосредоточено в странах, обладающих большими запасами нефти (т. е. попутного газа), природного газа и железной руды, а также ограниченных в ресурсах альтернативного металлолома (т. е. в странах Латинской Америки, Ближнего и Среднего Востока).

На сегодня в мире наиболее широко распространены технологии прямого восстановления железа компании Midrex (США), установки которой работают во многих странах с 1971 г. К разновидностям Midrex также относятся технологии Cogex Midrex, Fastmet, Fastmelt, Kwiksteel и ITmk3 (права на которую принадлежат японской Kobe Steel, а на территории СНГ – Hares Engineering). Другими ведущими производителями DRI на базе Midrex являются: Mobarakeh Steel (Иран, мощность – 4 млн т), Essar Steel (Индия, мощность – 3,82 млн тонн), Hadeed (Саудовская Аравия, 3,21 млн тонн), EZDK (Египет, 2,32 млн т), Qatar Steel (Катар, 1,9 млн тонн), Lisco (Ливия, 1,75 млн тонн).

Среди крупных предприятий, использующих технологии Midrex, – российский Оскольский электрометаллургический комбинат (ОЭМК), который за 1983 – 1987 гг. построил и запустил 4 модуля Midrex общей мощностью 1,67 млн тонн металлургических окатышей DRI в год.

Российский Лебединский ГОК с 1999 г. выпускает брикеты HRI по несколько иной технологии – NYL/Energiron (мощностью 0,9 млн тонн в год).

В 2007 г. ЛГОК закончил строительство и запустил в действие завод по выпуску 1,4 млн тонн в год горячебрикетированного железа (HBI) по методу NYL/Energiron.

Этот способ является следующей (после Midrex) ведущей в мире технологией по выпуску прямовосстановленного железа.

На базе технологий NYL/Energiron в 2007 г. было выпущено 11,3 млн тонн DRI или, точнее, HRI, (т. е. 17% мирового производства). Этот процесс (кроме России) получил распространение в таких странах, как Мексика, Венесуэла, Бразилия, Саудовская Аравия, Индонезия, Индия и Малайзия. NYL/Energiron, как Midrex, в своем производстве использует природный или попутный газ.

7.3.2. Использование бионефти при производстве окатышей

Замена ископаемого масла на бионефть на заводе LKAB в Мальмбергете (Швеция), по оценкам, снижает выбросы углекислого газа (CO₂) в процессе гранулирования на 40

% и является одной из альтернатив, которые проходят испытания в рамках инициативы HYBRIT (водородная прорывная технология производства чугуна), главной целью которой является стать первым в мире поставщиком без использования ископаемого топлива, начиная с добычи и заканчивая готовой стальной продукцией, используя электроэнергию не на ископаемом топливе и водород, тем самым сократив выбросы углекислого газа (CO_2) на 10 процентов.



Рисунок .. Резервуар для хранения биомасла на заводе LKAB по производству железорудных окатышей в Мальмбергете [65]

7.4. Перспективные техники предотвращения и (или) сокращения выбросов

7.4.1. Сухая система газоочистки с вдуванием адсорбента MEROS

В качестве агента для удаления серы применяется бикарбонат натрия. Система позволяет исключить использование воды из процесса очистки газов и рассчитана на снижение уровня SO_x более, чем на 97 %. Концентрации ПХДД/Ф (диоксинов) снижаются до менее 0,1 нг диоксида в токсическом эквиваленте/ Nm^3 , исключительно низкая запыленность.

По технологии Meros адсорбенты и десульфураторы, такие как активированный уголь и гидрокарбонат натрия, вдуваются и равномерно распределяются в потоке отходящих газов. Это позволяет эффективно связывать и удалять тяжелые металлы, вредные и опасные органические соединения, двуокись серы и другие кислотные газы. Применение гидрокарбоната натрия для сокращения объема диоксида серы также

устраняет необходимость в модифицирующем реакторе. Частицы пыли осаждаются на специально разработанном энергоэффективном рукавном фильтре. Большая часть пыли, удаленная электрофильтром, возвращается в поток отходящих газов, что еще более оптимизирует эффективность и экономичность технологии газоочистки. Любые оставшиеся неиспользованными присадки вновь контактируют с отходящими газами, которые окончательно и почти полностью утилизируются. Благодаря применению гидрокарбоната натрия вместо гашеной извести образуется значительно меньше отработанного остатка. АСУТП обеспечивает стабильную работу даже при значительных колебаниях в объеме и составе отходящих газов.



Рисунок .. Установка Meros от Primetals Technologies на voestalpine Stahl GmbH в Линце, Австрия [66]

7.4.2. Использование керамических фильтров для снижения выбросов твердых частиц и оксидов азота в газовых потоках

В системе сухой очистки отходящих газов используются керамические фильтры. Они проектируются для комбинированной фильтрации и реакции СКВ в одной установке с использованием каталитического фильтра. Эти фильтры дают возможность использовать высокое энергосодержание газа, а также предотвращать засорение катализатора. Кроме того, объединение двух установок в одну установку снижает затраты на обработку, а также капитальные затраты и затраты на обслуживание. Керамические элементы фильтра для горячих газов с мембраной с тонким наружным слоем и катализатор, интегрированный с опорной конструкцией элементов фильтра, можно использовать для достижения эффективного удаления твердых частиц, а также эффективного удаления NOx. Использование этих элементов фильтра обеспечивает возможность объединения фильтра и реактора СКВ в одной установке. Загрязняющие вещества SO₂ и HCl удаляются с помощью использования, например бикарбоната натрия (NaHCO₃) или гидроксида кальция (Ca(OH)₂) как сорбентов, в то время как NOx каталитически превращаются с NH₃ и O₂ в N₂ и O₂ при прохождении через

фильтрующие элементы катализатора. Достигаемые экологические выгоды. Предварительные результаты по очистке от оксидов азота показали эффективность 83 – 98 %. При вдувании бикарбоната натрия степень удаления SOx достигает 99 %. Эта система имеет более простую структуру установки по сравнению с процессом мокрой очистки, и она, как правило, меньше. Система может работать при высоких температурах (до 500 °С). В особенности целесообразно применение для установок небольшого и среднего размера. Кроме того, система сухой очистки позволяет обойтись без образования сточных вод в процессе очистки газа.

7.4.3. Технология САТОХ

Технология САТОХ включает в себя оборудование и катализатор для процесса каталитического окисления, основанного на рекуперативном теплообмене. Отходящий газ направляется газодувкой в теплообменник (рисунок 7.13), где он нагревается до температуры около 200 – 300 °С. Далее отходящий газ проходит через катализатор в реакторе, где летучие химические вещества окисляются с выделением тепла и повышением температуры. Температура повышается пропорционально концентрациям летучих химических веществ в исходном газе. Основными продуктами окисления являются углекислый газ, азот.

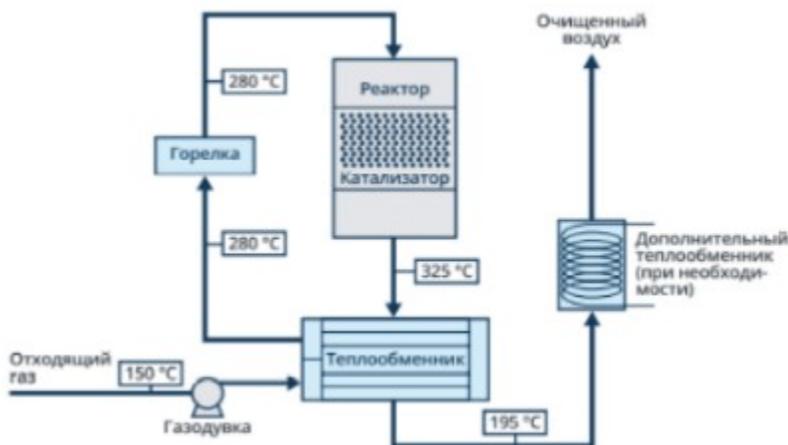


Рисунок .. Принципиальная схема САТОХ

Горячий очищенный газ проходит по вторичной стороне теплообменника, где отдает часть тепла поступающему на очистку газу. Другая часть тепла через дополнительный теплообменник используется для технологических нужд - подогрева воздуха, воды, получения пара (см. рисунок 7.13) Энергоэффективность САТОХ составляет около 80 %. При этом оборудование является легким и компактным. Например, установка каталитического окисления САТОХ до 16000 Нм³ /ч имеет размеры 20 футового контейнера – 2,5 м x 2,5 м x 6,0 м.

Для того, чтобы процесс был автотермическим, т.е. протекающий без использования энергоносителей для подогрева газа, необходимое содержание летучих веществ в газе должно быть не менее 2 г/Нм^3 . В случае более низких концентраций веществ.

Основным элементом технологии САТОХ является катализатор, обеспечивающий окисление до 99,99 % химических веществ в газовом потоке. Оптимально подобранный катализатор позволяет обеспечить очистку газа до 10 лет в зависимости от условий эксплуатации.

7.4.4. Мультивихревые гидрофильтры (МВГ)

"МВГ Вортэкс" предназначены для высокоэффективной очистки "мокрым" способом загрязненного воздуха от механических примесей, пыли, аэрозолей, паров и газовых примесей в составе локальных фильтровентиляционных систем, оснащенных дополнительно вентилятором, устройствами отбора загрязненного воздуха, подводящей и отводящей вентиляционной магистралями, системой подачи и отвода орошающей жидкости.

Очистка загрязненного воздуха от примесей происходит в результате его глубокого смешивания с орошающей жидкостью (промывкой), с последующим полным отделением капельной влаги из очищенного воздуха (рисунок 7.14). Основой МВГ является диспергирующая решетка особой конструкции. Загрязненный воздух проходит сквозь диспергирующую решетку снизу вверх, а орошающая жидкость свободным истечением подается на нее сверху. В результате их смешивания формируется турбулентный дисперсный газожидкостный ("кипящий") слой, обеспечивающий высокоэффективную промывку воздуха за счет интенсивного смачивания пылевых частиц и/или растворения в орошающей жидкости газовых примесей.

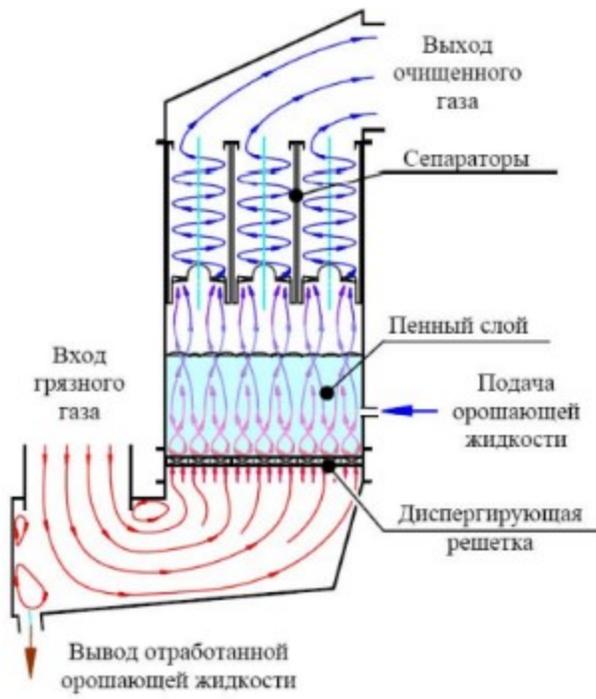


Рисунок .. Схема устройства МВГ

Очищенный воздух перед выходом из МВГ проходит через сепараторы, где освобождается от остаточных мелких капель жидкости. Диспергирующая решетка (рисунок 7.14) набирается из множества одинаковых элементов. Струи очищаемого газа, формируемые отверстиями каждого такого элемента, имеют наклон в разные стороны. Над решеткой такие струи образуют взаимно перекрещенную структуру (рисунок 7.15). В процессе взаимного проникновения струй друг в друга, скачкообразно растут относительные скорости между газовой средой и каплями жидкости в этих струях. Также такая газодинамическая структура течения струй обеспечивает равномерное распределение жидкости над всей поверхностью и взаимное перемешивание газа и жидкости над решеткой по всему сечению корпуса МВГ без предварительного распыления орошающей жидкости форсунками. В результате образуется сильно турбулентный дисперсный газожидкостный слой (пена), отличающийся чрезвычайно большой удельной поверхностью контакта, высокой скоростью ее обновления и однородностью структуры. За счет этого значительно увеличивается эффективность тепло- массообмена между очищаемым газом и орошающей жидкостью.

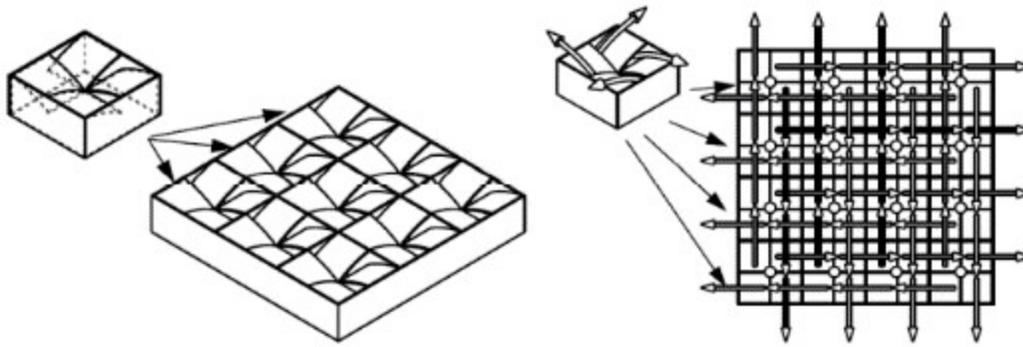


Рисунок .. Диспергирующая решетка и схема движения газа над диспергирующей решеткой

МВГ гарантированно обеспечивают высокую эффективность очистки загрязненного воздуха при минимальных требованиях к качеству орошающей жидкости. Для таких задач, как аспирация узлов пересыпки руды, газоочистка дымовых газов от золы уноса, эффективность достигает более 99 %.

Мультивихревые гидрофилтеры введены в эксплуатацию на аспирации узлов пересыпки руды в компании Холдинг Евразруда Казанский филиал, с общей производительностью 42000 м³/час.

7.4.5. Закрепление пылящих поверхностей хвостохранилищ путем нанесения на поверхность меловой суспензии с последующей обработкой ее разбавленным раствором серной кислоты

Предварительно обработку пылящих поверхностей хвостохранилищ осуществляют суспензией мела, а для последующей кислотной обработки поверхности используют серную кислоту в стехиометрическом соотношении к внесенному мелу в виде водного раствора.

На первом этапе осуществляется нанесение на пылящую поверхность суспензии мела. Затем производится обработка поверхности раствором серной кислоты. Способ закрепления пылящих поверхностей хранилищ отходов обогащения железных руд, включающий обработку поверхности разбавленным раствором кислоты, отличающийся тем, что предварительную обработку пылящих поверхностей хвостохранилищ осуществляют суспензией мела с концентрацией 5-25 мас.%, а для последующей кислотной обработки поверхности используют серную кислоту в стехиометрическом соотношении к внесенному мелу в виде водного раствора с концентрацией от 5 до 15 мас.%.

Основная реакция:



Использование способа позволяет создать на поверхности хранилища отходов непылящий слой.

В 2012 проведены эксперименты, на техногенных грунтах хвостохранилища Лебединского ГОКа в лабораторных условиях, а также полевые испытания [67].

7.4.6. Сгущение пульпы в сгустителях высокой производительности SUPAFLO

К перспективным способам складирования хвостов следует отнести сгущение пульпы в сгустителях высокой производительности SUPAFLO. Успешная работа высокопроизводительных сгустителей обычно обеспечивается использованием флокулянтов высокой молекулярной массы полиэлектролитного типа. Данные сгустители отличаются не только высокой производительностью, но и высокой плотностью сгущенного продукта – до 75 % твердого, очень чистым сливом, возможностью автоматического регулирования и контроля процесса сгущения.

К новым технологиям складирования хвостов можно отнести пастовые сгустители, которые обеспечивают отсутствие воды на поверхности хвостохранилища, снижение стоимости ограждающих дамб, снижение пылеобразования, быструю рекультивацию.

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.

Разработка справочника по НДТ проводилась группой независимых экспертов, представленной технологами, экологами, специалистами по энергоэффективности и экспертом по экономике. Состав группы независимых экспертов сформирован рабочей группой по отбору экспертов и (или) научно-исследовательских институтов и (или) высших учебных заведений для разработки разделов проектов справочника по НДТ, созданной приказом председателя правления Центра.

Подготовка настоящего справочника осуществлялась при участии технической рабочей группы, созданной приказом председателя правления Центра № 05-22П от 12 января 2022г., №76-22П от 08 августа 2022 г. В состав технической рабочей группы вошли представители субъектов промышленности по соответствующим области применения справочника по НДТ отраслям, государственные органы в области промышленной безопасности и санитарно-эпидемиологического благополучия населения, научные и проектные организации, экологические и отраслевые ассоциации.

На первом этапе разработки справочника проведен КТА - экспертная оценка текущего состояния предприятий по добыче и обогащению руд черных металлов, 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 добыче и обогащению руд черных металлов, принципам НДТ, была выполнена в соответствии с

Методикой проведения экспертной оценки технологических процессов организаций на соответствие принципам НДТ.

Целью экспертной оценки являлось определение настоящего технологического состояния предприятий по добыче и обогащению руд черных металлов и их оценка в соответствии с параметрами НДТ.

Оценка соответствия критериям НДТ устанавливалась в соответствии со статьей 113 Экологического кодекса, Директивой 2010/75/ЕС Европейского парламента и Совета ЕС "О промышленных выбросах и /или сбросах (о комплексном предупреждении и контроле загрязнений), а также Методологией отнесения к НДТ, отраженной в разделе 2 настоящего справочника.

Был проведен анализ и систематизация информации горнодобывающей и горно-обогающей отрасли в целом, о применяемых в отрасли технологиях, оборудовании, сбросах и выбросах загрязняющих веществ, образовании отходов производства, других факторов воздействия на окружающую среду, энерго- и ресурсо-потреблении с использованием литературных данных, изучения нормативной документации и экологических отчетов.

При подготовке справочника по НДТ изучался европейский подход внедрения НДТ. За основу взяты аналогичные и сопоставимые Европейские справочники "Производство железа и стали" (Best Available Techniques Reference Document for Iron And Steel Production, 2013), "Производство цветных металлов" (Best Available Techniques Reference Document for the Non-Ferrous Metals Industries, 2017), "Управление отходами добывающих отраслей" (Best Available Techniques Reference Document for the Management of Waste from Extractive Industries, 2018).

Структура справочника по НДТ разработана по результатам проведенного КТА и анализа особенностей структуры отрасли по добыче и обогащению руд черных металлов Республики Казахстан, а также ориентируясь на наилучший мировой опыт.

К перспективным технологиям отнесены передовые технологии на стадии НИР и НИОКР, применяемые на практике или в качестве опытно-промышленных установок.

По итогам подготовки справочника по НДТ 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 окружающую среду, в особенности маркерных, в целях проведения анализа, необходимого для последующих этапов разработки справочника, в том числе в целях пересмотра перечня маркерных загрязняющих веществ и диапазонов уровней эмиссий, связанных с применением НДТ (технологических показателей);

внедрение АСМ 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 горнодобывающей и горнообогатительной отрасли на окружающую среду.

Библиография

1. Joint Research Centre, Institute for Prospective Technological Studies, Remus, R., Roudier, S., Delgado Sancho, L., et al., Best available techniques (BAT) reference document for iron and steel production: industrial emissions Directive 2010/75/EU: integrated pollution prevention and control, Publications Office, 2013, <https://data.europa.eu/doi/10.2791/97469>.
2. Gianluca Cusano, Miguel Rodrigo Gonzalo, Frank Farrell, Rainer Remus, Serge Roudier, Luis Delgado Sancho; Best Available Techniques (BAT) Reference Document for the main Non-Ferrous Metals Industries, EUR 28648, doi:10.2760/8224
3. Best Available Techniques Reference Document for the Management of Waste from Extractive Industries, in accordance with Directive 2006/21/EC; EUR 28963 EN; Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2018; ISBN 978-92-79-77178-1; doi:10.2760/35297, JRC109657.
4. Годовой отчет АО "Национальная геологоразведочная компания "Казгеология" за 2019, 2020. Режим доступа URL: <https://qazgeology.kz/отчеты/>.
5. Комитет по Статистике Министерства Национальной Экономики Республики Казахстан, 2022. Режим доступа URL: <https://stat.gov.kz/official/industry/31/publication>.
6. Комитет государственных доходов Министерства финансов Республики Казахстан. Режим доступа URL: http://kgd.gov.kz/ru/exp_trade_files
7. Отчет о проведении 2 уровня инвентаризации ртути в Республике Казахстан. Режим доступа URL: <https://ecogofond.kz/wp-content/uploads/2019/07/2019-07-12rus.pdf>.
8. Руководство по оценке отчетов ОВОС горнорудных проектов, 1-е издание июль 2010. Режим доступа URL: <https://www.elaw.org/files/mining-eia-guidebook/RussianGuidebookForEvaluatingEIAs.pdf>.
9. Пяйви Кауппила, Марья Лииса Ряйсянен, Сари Мюллюоя (ред.). Центр окружающей среды Финляндии. – Хельсинки, 2013. Наилучшие экологические практики в горнодобывающей промышленности (металлические руды). Режим доступа URL: <https://core.ac.uk/download/pdf/14928051.pdf>.
10. Наилучшие доступные технологии. Предотвращение и контроль промышленного загрязнения. Этап 4: Руководство по определению НДТ и установлению уровней экологической эффективности для выполнения условий

получения экологических разрешений на основе НДТ. / Управление по окружающей среде, здоровью и безопасности Дирекции по окружающей среде ОЭСР. Перевод с английского. Москва, 2020. 81 с.

11. Пылеподавление при взрывных работах. Режим доступа URL: Ошибка! Недопустимый объект гиперссылки.https://studopedia.su/11_17805_pilepodavlenie-pri-vzrivnih-rabotah.html.

12. Г. Г. Бардавелидзе, Н. А. Спирин. Определение исходных данных для перспективы внедрения серо-очистного оборудования на обжиговых машинах. ФГАОУ ВО "Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина", г. Екатеринбург, Россия. Режим доступа URL: https://elar.urfu.ru/bitstream/10995/105000/1/978-5-6044322-4-2_2021_004.pdf.

13. Приказ Министра экологии, геологии и природных ресурсов Республики Казахстан от 22 июня 2021 года № 208 "Об утверждении Правил ведения автоматизированной системы мониторинга эмиссий в окружающую среду при проведении производственного экологического контроля" Режим доступа URL: <https://adilet.zan.kz/rus/docs/V2100023659>.

14. Автоматизированные системы управления горнотранспортным оборудованием. Журнал "Горная Промышленность" №6 2007, стр.12. Режим доступа URL: <https://mining-media.ru/ru/article/prombez/865-avtomatizirovannye-sistemy-upravleniya-gorno-transportnym-oborudovaniem>.

15. Автоматизированная система управления горнотранспортным комплексом. Режим доступа URL: <https://spbec-mining.ru/kompleksnye-resheniya/avtomatizirovannaya-sistema-upravleniya-gorno-transportnym-kompleksom/>.

16. Шмалий С.В. Система предварительной обработки сигналов, слежения и информационного сопровождения грузопотоков, для использования в АСУ цехами горного производства // Академический вестник 1998.- №1.- с.55-58

17. SCADA TRACE MODE в АСУ ТП секций обогащения ПАО "СевГОК". Режим доступа URL: <http://www.adastra.ru/news/sevGOK/>.

18. Деревнин И.А. Повышение энергоэффективности конусной дробилки в технологической линии рудоподготовки обогатительной фабрики в условиях ГОК "Вернинское". –Москва: НИТУ "МИСиС"; 2020, 48 с. Режим доступа URL: <https://nauka.rubspovyshenie-energoeffektivnosti-konusnoy-drobilki-v-tehnologicheskoy-linii-rudopodgotovki-obogasheniya-5efc5041cd3d3e00013d64b2>.

19. Сепараторы барабанные магнитные для мокрого обогащения (ПБМ). Интернет-ресурс Научно-производственная корпорация "Механобр-техника" (акционерное общество). Режим доступа URL: <https://mtspb.com/product/promyshlennoe-oborudovanie/separatory-separatory-barabannye-magnitnye-dlya-mokrogo-obogasheniya-pbm/>.

20. Сепаратор барабанный ПБСЦ 63/50 для сухого обогащения Интернет-ресурс Научно-производственная корпорация "Механобр-техника" (акционерное общество). Режим доступа URL: <https://mtspb.com/product/promyshlennoe-oborudovanie/separatory-/separatory-dlya-sukhogo-obogashcheniya-barabannye-pbsts/separator-pbsts-63-50/>.

21. Преимущества сепараторов НПК "Механобр-техника". Интернет-ресурс Научно-производственная корпорация "Механобр-техника" (акционерное общество). Режим доступа URL: <https://mtspb.com/product/laboratornoe-oborudovanie/obogatitelnoe/separatory-magnitnye/>.

22. Магнитный дешламатор МД-9АК, Киев. Интернет-ресурс BizOrg.su. Режим доступа URL: <https://ua.bizorg.su/oborudovanie-dlya-gornodobyvayuschikh-predpriyatiy-r/p6794661-magnitnyu-deshlamator-md9ak>.

23. Сгуститель Metso Outotec высокой степени сжатия обеспечивает повышенную плотность нижнего продукта. Интернет-портал Metso Outotec Turbodil. Режим доступа URL: <https://www.mogroup.com/ru/portfolio/high-compression-thickener/>.

24. Продукция предприятия. Кольцевой охладитель. Новокраматорский машиностроительный завод. Режим доступа URL: <http://nkmz.com/wp-content/uploads/prosp/mo/kolcevoj-ohladitel.pdf>.

25. Вадим Колисниченко. НКМЗ готовится к отгрузке Полтавскому ГОКу третьего охладителя. 2021 г. Режим доступа URL: <https://gmk.center/news/nkmz-gotovitsya-k-otgruzke-poltavskomu-goku-tretego-ohladitelya/>.

26. Приказ Министра по инвестициям и развитию Республики Казахстан от 30 декабря 2014 года № 349 "Об утверждении Правил обеспечения промышленной безопасности для хвостовых и шламовых хозяйств опасных производственных объектов". Режим доступа URL: <https://adilet.zan.kz/rus/docs/V1400010253>.

27. Северный ГОК реализует экологические мероприятия по пылеподавлению. Режим доступа URL: <http://krivbass.city/news/view/severnyj-gok-realizuet-e-kologicheskie-meropriyatiya-po-pylepodavleniyu-na-hvostohranilishh>.

28. Способ образования защитного экрана. Режим доступа URL: <https://www.freepatent.ru/patents/2255178>.

29. Современные технологии и оборудование для подавления пыли. Режим доступа URL: <https://os1.ru/article/4316-sovremennye-tehnologii-i-oborudovanie-dlya-podavleniya-pyli-eh-dorogi-pyl-da-tuman-ch-1>.

30. НЛМК внедрит на Стойленском ГОКе систему пылеподавления за 150 млн руб. Режим доступа URL: <https://www.interfax-russia.ru/center/news/nlmc-vnedrit-na-stoylenskom-goke-sistemu-pylepodavleniya-za-150-mln-rub>.

31. Г.Г. Каркашадзе, А.В. Немировский, Ю.Ю. Шопина Разработка способа предотвращения пыления наливного хвостохранилища горного предприятия с использованием глинокомполитных адгезионных хвостов // Горный

информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал), 2014 Режим доступа URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/razrabotka-sposoba-predotvrascheniya-pyleniya-nalivnogo-hvostohranilischa-gornogo-predpriy/viewer>.

32. На Качканарском ГОКе завершен первый этап реконструкции складов отходов обогащения. Режим доступа URL: https://www.kommersant.ru/doc/4530820?utm_source=uxnews&utm_medium=desktop.

33. Г.Г. Каркашадзе, А.В. Немировский, Ю.Ю. Шопина Разработка способа предотвращения пыления наливного хвостохранилища горного предприятия с использованием глинокомполитных адгезионных хвостов // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал), 2014. Режим доступа URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/razrabotka-sposoba-predotvrascheniya-pyleniya-nalivnogo-hvostohranilischa-gornogo-predpriy>.

34. Жалюзийные пылеуловители: устройство, схема, принцип работы, область применения, достоинства и недостатки. Режим доступа URL: <https://fakel-f.ru/blog/08-11-21>.

35. Г. И. Сериков, Г. Ф. Яскина. Проектная документация. Раздел 8 "Перечень мероприятий по охране окружающей среды" Книга 1. Текстовая часть. Г-04002-03-П-ООС.1. ОАО "ЛЕБЕДИНСКИЙ ГОК" завод горячбрикетированного железа цех горячбрикетированного железа третья очередь (ЦГБЖ-3) Режим доступа URL: https://www.metalloinvest.com/upload/iblock/b80/proekt-tsgbzh_3-perechen-meropriyatij-po-oos.pdf?utm_source=google.com&utm_medium=organic&utm_campaign=google.com&utm_referrer=google.com.

36. Е.П. Большина. Экология металлургического производства: Курс лекций. – Новотроицк: НФ НИТУ "МИСиС", 2012. – 155 с. Режим доступа URL: <https://studfile.net/preview/3581190/page:8/>.

37. Сборник докладов и каталог XII Международной конференции "ПЫЛЕГАЗООЧИСТКА-2019". ООО "Интехэко" г. Москва, 24 – 25 сентября 2019.

38. Игорь Резанов. На Лебединском ГОКе установили новые эффективные фильтры - 2019 Режим доступа URL: <https://poleznygorod.fonar.tv/news/2019/12/03/na-lebedinskom-goke-ustanovili-novye-effektivnye-filtry>.

39. Сборник докладов второй международной конференции "ПЫЛЕГАЗООЧИСТКА- 2009". ООО "Интехэко" г. Москва, 2009 http://www.intecheco.ru/doc/sb_gas2009.pdf.

40. Лебединский ГОК добился эффективности газоочистки в 99%. 2019. Режим доступа URL: <https://www.vnedra.ru/novosti/lebedinskij-gok-dobilysya-effektivnosti-gazoochistki-v-99-9268/>.

41. Е. А. Лебедева. Охрана воздушного бассейна от вредных технологических и вентиляционных выбросов. Учебное пособие. Нижний Новгород, ННГАСУ, 2010
Режим доступа URL: https://bibl.nngasu.ru/electronicresources/uch-metod/industrial_sanitary/4912.pdf

42. Официальный канал компании "Северсталь". Режим доступа URL: <https://tgstat.ru/channel/@severstal/1345>.

43. Разработка проекта производства энергии и тепла с очисткой дымовых газов и утилизацией отходов. Режим доступа URL: https://studbooks.net/2523495/tovarovedenie/metody_osnove_izvestnyaka_izvesti.

44. Справочник по наилучшим доступным технологиям для крупных топливосжигающих установок. Европейское сообщество, 2006. Перевод на русский язык НП "ИНВЭЛ". Режим доступа URL: https://rosinformagrotech.ru/files/dbd_ndt/dbd_ndt_31_Spravochnik_po_NDT.pdf.

45. На ММК завершена реконструкция сероулавливающей установки в аглоцехе. – 2016. Режим доступа URL: https://dostup1.ru/economics/Na-MMK-zavershena-rekonstruktsiya-seroulavlivayuschey-ustanovki-v-aglotsehe_91509.html.

46. Система селективного каталитического восстановления (СКВ). Режим доступа URL: <https://ekokataliz.ru/baza-znaniy/ochistka-gazovyih-vyibrosov-promyishlennyih-predpriyatiy/sistema-selektivnogo-kataliticheskogo-vozstanovleniya-skv-2/>.

47. Метод селективного некаталитического восстановления (СНКВ). Режим доступа URL: https://studref.com/521750/ekologiya/metod_selektivnogo_nekataliticheskogo_vozstanovleniya_snkv.

48. Техника и технология удаления газообразных. Режим доступа URL: <https://cyberpedia.su/13x14a54.html>.

49. Л. Ф. Комарова, Л.А. Кормина. Инженерные методы защиты окружающей среды. Учебное пособие. 2000. Режим доступа URL: <https://www.chem-astu.ru/chair/study/engmet-ooc/?p=89>.

50. Очистка газов от оксидов углерода CO₂ и CO. Режим доступа URL: <https://allrefrs.ru/4-28829.html>.

51. Технология очистки газовых выбросов. Конспект лекций. Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Донецкий национальный технический университет". Режим доступа URL: https://svgorbatko.ucoz.ru/TOGV/lekcii_ogv.pdf.

52. Каталитическая очистка газов от оксида углерода. Режим доступа URL: https://studme.org/162576/ekologiya/kataliticheskaya_ochistka_gazov_oksida_ugleroda.

53. Каталитические методы очистки газовых выбросов. Режим доступа URL: https://studref.com/360755/ekologiya/kataliticheskie_metody_ochistki_gazovyh_vybrossov.

54. Евраз ЗСМК снизит выбросы оксида углерода в атмосферу. Режим доступа URL: <http://ecokem.ru/evraz-zsmk-snizit-vybrosy-okside-ugleroda-v-atmosferu/>.

55. А. И. Родионов, В. Н. Клушин, В. Г. Систер. Технологические процессы экологической безопасности. Атмосфера: учебник для академического бакалавриата / - 5-е изд., испр. и доп. - Москва: Издательство Юрайт, 2019. - 201 с.

56. Шахта "Шерегешская" завершила первый этап строительства очистных сооружений. Издательский дом "Руда и металлы". 02.04.2021 Режим доступа URL: <https://rudmet.com/news/11162/>.

57. В. И. Вигдорович, Н.В. Шель, И.В. Зарапина. Теоретические основы, техника и технология обезвреживания, переработки и утилизации отходов. Учебное пособие для студентов технических и классических университетов. Издательство ТГТУ. Тамбов 2008.

58. Учалинский ГОК начал строительство новых объектов очистных сооружений. Режим доступа URL: <https://www.ugmk.com/press/news/uchalinskiy-gok-nachal-stroitelstvo-novykh-obektov-ochistnykh-sooruzheniy/>.

59. ССГПО - первое в Казахстане. Глобус. Геология и бизнес. 2020. Режим доступа URL: <https://www.vnedra.ru/glavnaya-tema/ssgpo-pervoe-v-kazahstane-11320/>

60. Интернет-портал ERG Recycling. Режим доступа URL: ergr.kz

61. В. Бруев. Михайловский ГОК наращивает темпы производства. Журнал "Горная Промышленность" №5 2003. Режим доступа URL: <https://mining-media.ru/ru/article/69-org/1485-mikhajlovskij-goknarashchivaet-tempy-proizvodstva>.

62. Руководящий документ по методам ограничения выбросов серы, оксидов азота, летучих органических соединений и дисперсного вещества (включая PM10, PM2,5 и черный углерод) из стационарных источников. Европейская экономическая комиссия Исполнительный орган по Конвенции о трансграничном загрязнении воздуха на большие расстояния. 2015 г. Перевод на русский. Режим доступа URL: https://unece.org/sites/default/files/2021-04/RUS_G1500926.pdf.

63. Remus R, Aguado Monsonet M, Roudier S, Delgado Sancho L. Best Available Techniques (BAT) Reference Document: for: Iron and Steel Production: Industrial Emissions Directive 2010/75/EU:(Integrated Pollution Prevention and Control). EUR 25521 EN. Luxembourg (Luxembourg): Publications Office of the European Union; 2012. JRC69967. Режим доступа URL: <https://eippcb.jrc.ec.europa.eu/reference/iron-and-steel-production>.

64. Cusano, G., Rodrigo Gonzalo, M., Farrell, F., Remus, R., Roudier, S. and Delgado Sancho, L., Best Available Techniques (BAT) Reference Document for the Non-Ferrous Metals Industries. Industrial Emissions Directive 2010/75/EU (Integrated Pollution Prevention and Control), EUR 28648 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2017, ISBN 978-92-79-69655-8, doi:10.2760/8224, JRC107041. Режим доступа URL: https://eippcb.jrc.ec.europa.eu/sites/default/files/2020-01/JRC107041_NFM_bref2017.pdf.

65. Successful trials at LKAB using bio-oil in the iron-ore pelleting process. Bioenergy International. 2020. Режим доступа URL: <https://bioenergyinternational.com/successful-trials-at-lkab-using-bio-oil-in-the-iron-ore-pelleting-process/>.

66. Заказ компании JFE STEEL на систему газоочистки MEROS производства PRIMETALS TECHNOLOGIES для новой аглофабрики № 3 в г. Фукуяма. Интернет-портал. Лондон, 2018 г. Компания Primetals Technologies. Режим доступа URL: <https://www.primetals.com/ru/smi/novosti/jfe-steel-orders-meros-off-gas-cleaning-system-from-primetals-technologies-for-new-fukuyama-3-sinter-plant>.

67. Способ закрепления пылящих поверхностей хранилищ отходов обогащения железных руд. Режим доступа URL: <https://findpatent.ru/patent/230/2303700.html>.

68. Scientific Bulletin of National Mining University. 2022, Issue 1, p88-94. 7p. Режим доступа URL:

<https://web.p.ebscohost.com/abstract?direct=true&profile=ehost&scope=site&authtype=crawler&jrnl=20712227&AN=155608860&h=NrOnAkp%2fvAIEfJ1MTimPgxfRPyFhi04ldwEC5o62Re6i3%2fQMSJ1e46oucNQKfzngxmd83XmtTfG9eNf9C%2b169g%3d%3d&crl=c&resultNs=AdminWebAuth&resultLocal=ErrCrlNotAuth&crlhashurl=login.aspx%3fdirect%3dtrue%26profile%3dehost%26scope%3dsite%26authtype%3dcrawler%26jrnl%3d20712227%26AN%3d155608860>.

**Премьер-Министр
Республики Казахстан А. Смаилов**